

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta ekonomicko-správní  
Ústav systémového inženýrství a informatiky**

**Procesní zlepšování**

**Pavel Farkač**

**Bakalářská práce  
2013**

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel Farkač**  
Osobní číslo: **E09091**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Regionální a informační management**  
Název tématu: **Procesní zlepšování**  
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zaměřit se na postupy procesního zlepšování ve výrobních organizacích v rámci přístupu tzv. štíhlé výroby. Práce bude zahrnovat kategorizaci metod štíhlé výroby, charakteristiku metod k vybraným procesním stavům. Výstupem bude návrh datových zdrojů pro uplatnění těchto postupů.

Základní pojmy související se zpracovávanou problematikou

Postupy procesního zlepšování

Tvorba modelů

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **cca 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**GÁLA, L., POUR, J., ŠEDIVÁ, Z. Podniková informatika. Praha: Grada Publishing, 2009. 482 s. ISBN 978-80-247-2615-1.**

**SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada Publishing, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.**

**KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.**

**LIKER, J. K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2008. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.**

*Simonová*

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Stanislava Šimonová, Ph.D.**

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**

*Myšková*

doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.

*Čapek*

prof. Ing. Jan Čapek, CSc.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. října 2012

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 22. 4. 2013

Pavel Farkač

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Na tomto místě bych rád poděkoval své vedoucí práce doc. Ing. Stanislavě Šimonové, Ph.D., za její odbornou pomoc, cenné rady a metodické vedení při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu po celou dobu bakalářského studia.

## **ANOTACE**

*Cílem práce je zaměřit se na postupy procesního zlepšování ve výrobních organizacích v rámci přístupu tzv. štíhlé výroby. Práce bude zahrnovat kategorizaci metod štíhlé výroby, identifikaci a výběr obvyklých procesních stavů, mapování objektivních metod k vybraným procesním stavům. Výstupem bude návrh datových zdrojů pro uplatnění těchto postupů.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Proces, štíhlá výroba, metody štíhlé výroby, datové modelování.*

## **TITLE**

*Process improvement*

## **ANNOTATION**

*The goal is to focus on process improvement processes in manufacturing organizations in the framework of so-called Lean Manufacturing. This work will include Lean Manufacturing methods categorization, identification and selection of usual process conditions, mapping of objective methods to selected process conditions. The output will be the concept of data sources for the application of these procedures.*

## **KEYWORDS**

*Process, Lean Manufacturing, Lean Manufacturing methods, data modeling.*

# OBSAH

ÚVOD.....	11
<b>1 ZLEPŠOVÁNÍ VÝKONU VE VÝROBNÍ ORGANIZACI .....</b>	<b>12</b>
1.1 PROCESNÍ PŘÍSTUP .....	12
<b>2 KONCEPCE ŠTÍHLÁ VÝROBA.....</b>	<b>15</b>
2.1 ŠTÍHLÝ PODNIK A ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	15
2.2 PLÝTVÁNÍ.....	16
2.3 NÁSTROJE LEAN – PŘEHLED ZÁKLADNÍCH METOD .....	16
2.3.1 <i>Pět S</i> .....	17
2.3.2 <i>Mapování hodnotových toků / Value Stream Mapping</i> .....	17
2.3.3 <i>Standardní práce / Standart Work</i> .....	19
2.3.4 <i>Totálně produktivní údržba / Total Productive Maintenance</i> .....	20
2.3.5 <i>Celková efektivita zařízení / Overall Equipment Effectiveness</i> .....	22
2.3.6 <i>Rychlá výměna / Single Minute Exchange of Die (Quick Changeover)</i> .....	24
2.3.7 <i>Chybuvzdornost / Mistake Proofing (Poka-Yoke)</i> .....	26
2.3.8 <i>Přesně na čas / Just In Time</i> .....	27
2.3.9 <i>Six Sigma</i> .....	29
2.3.10 <i>Grafy procesu řízení kvality / Quality Control Process Charts</i> .....	31
<b>3 DATOVÉ MODELOVÁNÍ.....</b>	<b>32</b>
3.1 TŘI ÚROVNĚ DATOVÉHO MODELOVÁNÍ.....	32
3.2 KONCEPTUÁLNÍ ÚROVEŇ .....	33
3.3 TECHNOLOGICKÁ ÚROVEŇ.....	37
3.4 IMPLEMENTAČNÍ ÚROVEŇ.....	39
<b>4 NÁVRH POSTUPU ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....</b>	<b>42</b>
<b>5 VÝBĚR A KATEGORIZACE METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY.....</b>	<b>43</b>
5.1 PRIORITYNÍ OBLASTI .....	43
5.2 URČENÍ KATEGORIÍ A PŘÍRAZENÍ METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY DO KATEGORIÍ .....	44
5.3 SHRNTUÍ .....	47
<b>6 VÝBĚR OBLASTI ZLEPŠENÍ.....</b>	<b>48</b>
<b>7 NÁVRH DATOVÉHO MODELU.....</b>	<b>51</b>
7.1 KONCEPTUÁLNÍ ÚROVEŇ .....	51
7.2 TECHNOLOGICKÁ ÚROVEŇ.....	56
7.3 IMPLEMENTAČNÍ ÚROVEŇ.....	57
7.4 ZPRACOVÁNÍ DAT METODOU OEE .....	59
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>62</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>63</b>

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích.....	15
Tabulka 2: Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích.....	16
Tabulka 3: Metody a jejich charakteristiky .....	44
Tabulka 4: Kategorizace .....	47
Tabulka 5: Entity, atributy a klíče .....	54
Tabulka 6: Vztahy a integritní omezení .....	55

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Příklad VSM .....	19
Obrázek 2: Cesta k TPM .....	22
Obrázek 3: Ztráty OEE .....	23
Obrázek 4: Výpočet OEE .....	24
Obrázek 5: Zvýšení dostupnosti pomocí QCO .....	24
Obrázek 6: Interní a externí činnosti .....	25
Obrázek 7: Formulář pro sledování času .....	26
Obrázek 8: Poka-Yoke - zásuvka .....	26
Obrázek 9: One Piece Flow .....	28
Obrázek 10: Tahem řízený systém .....	29
Obrázek 11: DMAIC .....	30
Obrázek 12: Tři úrovně návrhu informačního systému.....	32
Obrázek 13: Entity v podnikovém prostředí.....	33
Obrázek 14: Entitní vztahy .....	34
Obrázek 15: Entitní vztahy různých typů .....	34
Obrázek 16: Kardinalita.....	35
Obrázek 17: Parcialita .....	35
Obrázek 18: Schéma RMD.....	36
Obrázek 19: Rozhodovací strom .....	45
Obrázek 20: EPC diagram přijetí objednávky.....	48
Obrázek 21: EPC diagram navýšení / uvolnění kapacity stroje .....	49
Obrázek 22: Výroba na X-30 pomocí EPC .....	53
Obrázek 23: ER diagram .....	55
Obrázek 24: Transformace do RMD .....	56
Obrázek 25: Návrhové zobrazení .....	58
Obrázek 26: Datový list.....	59
Obrázek 27: Export do Excelu .....	59
Obrázek 28: Analýza OEE .....	60
Obrázek 29: Graf OEE .....	61



## SEZNAM ZKRATEK

5S	Pět S
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BCNF	Boyce-Coddova normální forma
CDROM	Compact Disc Read-Only Memory
CEZ	Celková efektivita zařízení
C/O	Changeover
CTQ	Critical To Quality
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
DPMO	Defects Per Million Opportunities
EPC	Event-driven Process Chain
ERD	Entity Relationship Diagram
ERP	Enterprise resource planning
FK	Foreign Key
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ID	Identifikace
JIT	Just In Time
MS	Microsoft
MRP	Material Requirements Planning
NF	Normální forma
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OLE	Object Linking and Embedding
PK	Primární klíč
P/T	Part Time
QCO	Quick Changeover
QCPC	Quality Control Process Charts
RMD	Relační model dat
ROI	Return of Investment
S. R. O.	Společnost s ručením omezeným
SMED	Single Minute Exchange of Die
SPC	Statistical Process Control
SQL	Structured Query Language
SW	Software
TPM	Total Productive Maintenance

TZV	Tak zvaný
UNC	Uniform Naming Convention
URL	Uniform Resource Locator
VA	Value Added
VSM	Value Stream Mapping

## ÚVOD

Trendem posledních desítek let je stále rostoucí požadavek vyrábět nebo poskytovat službu dle individuálních potřeb zákazníků. V důsledku toho jsou podniky nuceny vyrábět stále širší portfolio výrobků, čímž velkou měrou narůstá variabilita výroby. Dosahování vysoké úrovně kvality, spolehlivosti, rychlosti a přesnosti dodávek při nízkých nákladech však bývá běžně dosažitelné jen při hromadné výrobě standardních výrobků. Odpovědí na otázku „jak tedy dlouhodobě prosperovat a konkurovat na trzích v takovém prostředí?“ může být zavedení systému štíhlé výroby (Lean Manufacturing).

Cílem práce je zaměřit se na postupy procesního zlepšování ve výrobních organizacích v rámci přístupu štíhlé výroby, jako jedné z komponent štíhlého podniku. Práce bude zahrnovat kategorizaci základních a obvykle nasazovaných metod štíhlé výroby, a to dle určených prioritních faktorů. V rámci kategorizace budou tyto objektivní metody mapovány k vybraným procesním stavům. Výstupem bude návrh databázového systému zpracovaného na základě vybrané oblasti zlepšení. Informace v něm uložené budou sloužit jako podklad pro provedení analýzy k výběru vhodných metod štíhlé výroby

Pro zpracování této bakalářské práce budou využity informace a data získaná ve výrobním závodě Tyco Electronics Trutnov, s.r.o. Společnost se zabývá výrobou elektrotechnických součástí pro zákazníky nejrozličnějších odvětví průmyslu.

# 1 ZLEPŠOVÁNÍ VÝKONU VE VÝROBNÍ ORGANIZACI

Ekonomické aktivity podniků a firem mají společný cíl: tvorbu zisku. Ceny, za které podnik svůj produkt prodává, jsou stanoveny trhem. Zvýšení ceny by mohlo způsobit, že zájem o produkt podniku klesne. Cestou ke zvýšení zisku je snížit své náklady, a zvýšit tak prodej. Aby byl podnik schopen dlouhodobě udržovat a postupně zvyšovat svou ziskovost, musí zacílit aktivity svého podnikání v prostředí, které podporuje [1]:

- totální kvalitu - všichni pracovníci se musí snažit "zabudovat kvalitu" do produktu,
- nulovou chybovost - vady se detekují a odstraní přímo u zdroje vzniku,
- nejnižší možné výrobní náklady - zdroje jsou efektivně využity při různých úrovních poptávky,
- minimální dodací lhůty - produkt musí proudit přes výrobní proces během minimální doby,
- spolehlivost dodání - jen krátké a trvalé dodací lhůty zajistí rychlou reakci na změny poptávky,
- efektivní řízení lidských zdrojů - využijte proaktivní přístup zaměstnanců na zlepšení,
- stabilní zaměstnanecké poměry - firemní kultura založená na dlouhodobém zaměstnání podporuje úsilí pro neustálé zlepšování.

Ve většině dnešních společností na dosažení výše uvedených zavedou různé systémy: systém řízení jakosti, systém řízení výroby, systém řízení lidských zdrojů, atd. Pokud tyto systémy fungují od sebe odděleně, mnohdy mohou být i kontraproduktivní a fungovat proti sobě. Zavedení jednotného systému štíhlých principů tyto systémy sjednotí, maximalizuje lidské úsilí pro odstraňování plýtvání [1].

## 1.1 Procesní přístup

- **Proces, procesní tok**

Proces lze definovat jako sérii logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím, jsou-li postupně vykonány, má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků [10]. Proces je také definován jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, který přeměňuje vstupy na výstupy [2].

Procesní tok je sled kroků (činností, událostí nebo interakcí), který představuje postupně rozvíjející se proces, zapojuje do spolupráce alespoň 2 osoby a vytváří určitou hodnotu pro zákazníka, jemuž má sloužit nebo příspěvek pro podnik, v němž se uskutečňuje [10].

- **Produkt procesu a zákazník**

Produkt procesu je hmotným nebo nehmotným výstupem, který je vytvořen za účelem toho, aby sloužil pokrytí potřeb nebo přání zákazníka procesu. Zabýváme-li se dokumentací a zlepšováním procesů, pak za zákazníky považujeme obecně jakékoliv organizační uskupení nebo procesní element (např. návazný proces) bez ohledu na hranice organizace. Zákazník, který je návazným procesem a uvažovaný produkt využívá k dalšímu zpracování, se nazývá interní. Oproti tomu zákazník, jež je vnějším prvkem a poskytuje přímou úhradu za uvažovaný produkt, je zákazníkem externím [10].

- **Účastníci procesu [10]**

1. Zákazník – pocítuje potřebu, přání nebo má požadavek.
2. Dodavatel – zajišťuje vstupy do procesu.
3. Sponzor – zodpovídá za bezproblémovou funkci procesu a efektivní plnění požadavků na proces. Nezastupitelný v roli zlepšovatele procesu.
4. Podnik – vlastní zdrojů, které jsou v procesu spotřebovávány. Má zájem na zvyšování kapacity procesu a na tom, aby se vlastnosti a kvalita vytvářených výrobků nebo služeb přizpůsobovali potřebám a přáním zákazníka rychleji než dokáže konkurence.
5. Manažer – řídí proces, může být současně sponzorem.
6. Šampión procesu – dlouhodobý účastník procesu (manažer nebo operátor) se znalostí do hloubky. Tato znalost je klíčová pro zvyšování kvality a produktivity procesu – je vstupem do zlepšovatelských aktivit a předává zkušenosti ostatním.
7. Operátor – přímý účastník procesu, ovlivňuje výkonnost a kvalitu dílčí činnosti.

- **Řízení procesu**

Řízení procesu je činnost, která využívá znalostí, schopností, metod, nástrojů a systémů k tomu, aby identifikovala, popisovala, měřila, řídila, hodnotila a zlepšovala procesy se záměrem efektivního pokrytí potřeb zákazníka procesu [10].

- **Zlepšování podnikových procesů**

Zlepšování podnikových procesů je specifická činnost zaměřená na zkoumání chování procesu, odhalování příčin problémů spojených s jejich plynulým chodem, s produktivitou nebo kvalitou výstupů procesů. Zlepšování podnikových procesů je tedy činností zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zpracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů [10].

## 2 KONCEPCE ŠTÍHLÁ VÝROBA

Koncepce "štíhlé výroby" (Lean Manufacturing, Lean Production) pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50-60 letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance na nákladné investice. Provádí komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákaznickova požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času - a přitom produkty mají mnohem lepší kvalitu než v hromadné výrobě [3].

### 2.1 Štíhlý podnik a štíhlá výroba

Štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je právně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz. Šetřením však ještě nikdo nezbohatl. Štíhlost je o zvyšování výkonnosti firmy tím, že na dané ploše dokážeme vyprodukovat víc než konkurenti, že s daným počtem lidí a zařízení vyrobíme vyšší přidanou hodnotu než druzí, že v daném čase vyřídíme víc objednávek, že na jednotlivé podnikové procesy a činnosti spotřebujeme méně času. Štíhlost podniku je v tom, že děláme přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Štíhlá výroba je filozofie, která usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem eliminací plýtvání v řetězci mezi nimi. Štíhlost podniku neznamená omezit se pouze na výrobní procesy, což je zobrazeno v tabulce 1 [3] [4].

**Tabulka 1:** Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích

Štíhlá výroba	Management znalostí a rozvoj podnikové kultury	Štíhlá logistika
Štíhlá administrativa		Štíhlý vývoj

*Zdroj: upraveno podle [4], použitý SW MS Office Excel 2010*

Pro účely této práce se však zaměříme právě na oblast štíhlé výroby.

## 2.2 Plýtvání

Plýtvání (anglicky Waste, japonsky Muda) je všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu. O tom, co je přidaná hodnota, rozhoduje zákazník tím, že definuje v jaké kvalitě, v jakém množství a ceně je ochoten koupit danou službu anebo produkt [4].

Prvky štíhlé výroby vedou k eliminaci následujících forem plýtvání, které se v určité míře a formě vyskytuje v každém výrobním procesu [4] [10]:

1. Nadvýroba – vyrábí se příliš mnoho nebo příliš brzo.
2. Nadbytečná práce – činnosti nad rámec definované specifikace.
3. Zbytečný pohyb – pohyb, který nepřidává hodnotu.
4. Zásoby – zásoby, které přesahují minimum potřebné na splnění výrobních úkolů.
5. Čekání – čekání na součástky, materiál, informace nebo skončení strojového cyklu.
6. Opravování – odstraňování nekvality.
7. Doprava – každá nadbytečná doprava a manipulace.
8. Nevyužití schopnosti pracovníků – největší plýtvání ve firmě.

Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích podle [4] jsou uvedeny v tabulce 2.

**Tabulka 2:** Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích

Oblast plýtvání	Ukazatel	Hodnota	Příčina plýtvání
produktivní využití zařízení	OEE / CEZ	30-50% <b>Cíl: 85%</b>	poruchy, čekání na materiál, přestavování zařízení, práce při snížených rychlostech, nekvalita
produktivní využití pracovníka	procento činností, které přidávají hodnotu	30-40% <b>Cíl: 70%</b>	zbytečné pohyby, hledání nástrojů, materiálu a informací, čekání, nedodržování pracovní doby
podíl plýtvání na průběžné době výroby	VA Index	99-80% <b>Cíl: 70%</b>	zásoby, čekání ve skladech, velké dávky, poruchy, chybějící komponenty, nefungující zásobování

*Zdroj: upraveno podle [4], použitý SW MS Office Excel 2010*

## 2.3 Nástroje Lean – přehled základních metod

Výběr základních metod štíhlé výroby byl proveden dle použité literatury [4] [10] [12]. Postupně bude popsáno deset metod: 5S, mapování hodnotových toků (VSM), standardní



práce, totálně produktivní údržba (TPM), celková efektivita zařízení (OEE), rychlá výměna (SMED), Chybuvzdornost (Poka-Yoke), přesně na čas (JIT), Six Sigma a grafy procesu řízení kvality (QCPC).

### **2.3.1 Pět S**

Původně byla vyvinuta pro prostředí průmyslové výroby, postupně však našla využití i v ostatních odvětvích včetně státní správy. Zavádí se tam, kde panuje nepořádek a nedostatečná organizace, a tam, kde lidé hledají pomůcky či návody, aby byli schopni splnit úkol. Tato metoda se zpravidla zavádí jako první. Důvodem je usnadnění zavádění dalších metod Lean. „Pět S“ vychází z japonského Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Českým ekvivalentem je třídění, srovnání, úklid, standardizace a udržení [10] [12] [19]:

1. Seiri / třídění – Cílem prvního kroku je rozdělení věcí na potřebné a nepotřebné a odstranění všeho nepotřebného z pracoviště. Doporučuje se vytvořit specifické místo, kam jsou ukládány nepotřebné položky. Jakmile jsou položky vytříděny, je nutné rozhodnout o osudu nepotřebných položek. Ať už jde o likvidaci, či přesunutí položek např. do skladových prostor, rozhodnutí je třeba náležitě dokumentovat.

2. Seiton / srovnání – V tomto kroku jsou potřebné věci uspořádány a umístěny tam, kde budou nejlépe dostupné. Aby mohli být po použití jednotlivé položky vráceny na správné místo, je nutné úložné prostory řádně označit.

3. Seiso / úklid – Spočívá v provedení řádného úklidu pracoviště. Součástí tohoto kroku je vytvoření plánu úklidu pracoviště.

4. Seiketsu / standardizace – Předchozí tři kroky jsou efektivně zařazeny do pravidelných pracovních postupů, aby byli přímou součástí standardních činností, a to v intervalech, které jsou pro příslušnou činnost rozumné. Spočívá ve vytvoření standardu pro organizaci a údržbu všech elementů a k zachování funkčního systému na pracovišti.

5. Shitsuke / udržení – posledním krokem je vytvoření postupů pravidelné kontroly a auditů pořádku. Vhodné je organizaci rozdělit na jednotlivé úseky a ty hodnotit, aby mohlo být sledováno zlepšení a zajištěna zpětná vazba.

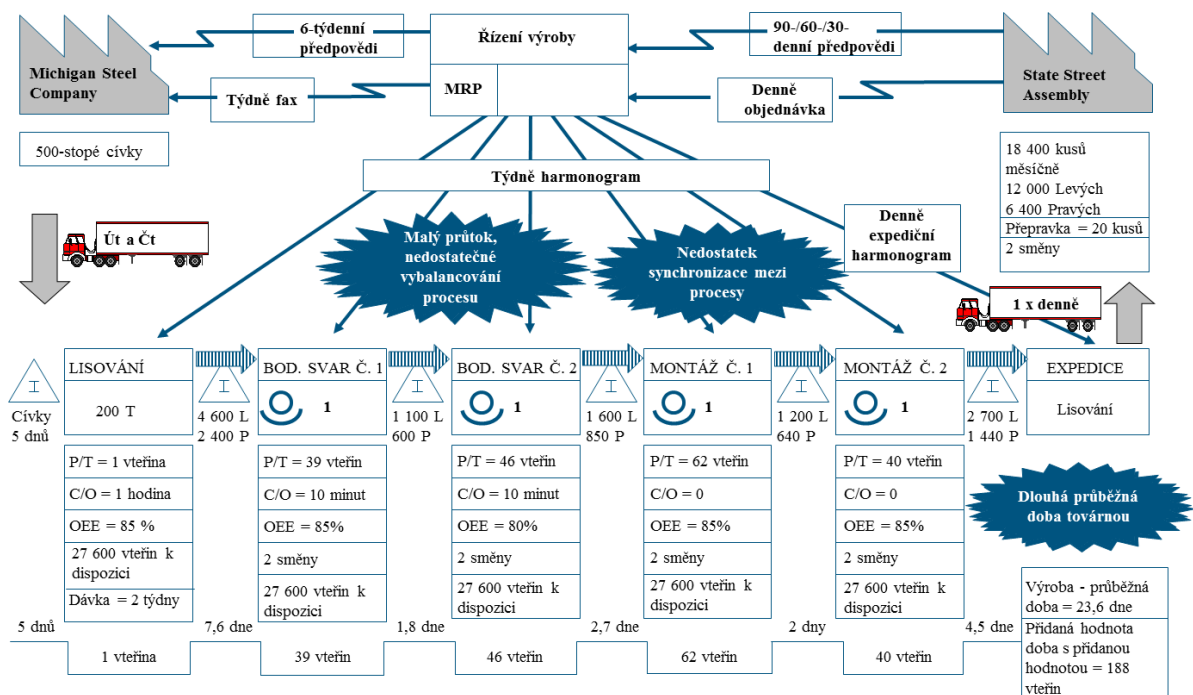
### **2.3.2 Mapování hodnotových toků / Value Stream Mapping**

Value Stream Mapping (VSM), v překladu mapování toku hodnot či analýza hodnotového řetězce, je jedním z nejčastěji používaných nástrojů původní metodologie Lean. Metoda slouží pro mapování hodnotového toku ve výrobních i administrativních procesech.

Spočívá v grafickém zobrazení toku hodnoty, který může být finanční, materiálový, informační nebo jiný. VSM je podrobná vizualizace procesů, která umožňuje managementu identifikovat příčiny zbytečného plýtvání zdrojů (času, lidské práce, materiálních, informačních či finančních zdrojů), odhalit možné ztráty, úzká místa, slabé stránky a důvody neefektivních toků kdekoli v organizaci. VSM lze aplikovat na celou organizaci, či na její určitou část. Vhodným postupem při mapování toku hodnot je sestavení současného modelu procesu s potřebnými detaily o klíčových hodnotových tocích, identifikace zdrojů plýtvání a návržení cílového procesního modelu, který je základem pro plán implementace změn [6] [10].

Sestavení mapy se skládá z posloupnosti následujících kroků [10]:

1. Vymezení předmětné oblasti.
2. Tvorba procesního diagramu.
3. Zanesení hlavních dodavatelů a vstupů do mapy.
4. Zanesení jednotlivých bloků činností směrem od zákazníka až k dodavateli.
5. Doplnění mapy o toky materiálů mezi jednotlivými činnostmi (operacemi).
6. Tok informací.
7. Komunikace jednotlivých kroků procesu s vnějším prostředím (zákazník, dodavatel, příbuzné či závislé procesy).
8. Kapacitní, časové, výkonnostní údaje o procesu (počty lidí, výkon strojů, potřeba údržby, doba odstávky, počet závad apod.).
9. Další významné údaje procesu: objem současně zpracovávaných výrobků, časové údaje o potřebách zákazníka procesu, běžné procento výpadků a prostojů, obvyklá hladina rozpracovanosti, doba přípravy na operaci, doba vykonání práce.
10. Výpočet časových charakteristik jednotlivých úseků práce.
11. Kontrola úplnosti a správnosti digramu.



Obrázek 1: Příklad VSM

Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office PowerPoint 2003

Použité zkratky: MRP (Material Requirements Planning) = systémy pro plánování výroby, P/T (Part Time) = doba cyklu na jednotku, C/O (Changeover) = doba seřízení, OEE (Overall Equipment Effectiveness) = celková efektivita zařízení, I (inventory) = skladové zásoby.

### 2.3.3 Standardní práce / Standart Work

Ve štíhlém podniku je nutné všechny pracovní operace standardizovat s ohledem na bezpečnost, kvalitu, co nejlepší pořadí jejich vykonávání a efektivní využití zdrojů (pracovníci, materiál, stroje, nářadí). Standardy pomáhají udržet podmínky z pohledu bezpečnosti, kvality, nákladů a produktivity [4].

Standardizace práce se zaměřuje především na [4]:

- zvýšení bezpečnosti,
- redukci variability procesů,
- redukce nápravy chyb,
- usnadnění komunikace,
- usnadnění reakce na problémy,
- usnadnění tréninku a vzdělávání,

- zvýšení pracovní disciplíny.

Oproti běžné technologické a výrobní dokumentaci má standardní práce tyto vlastnosti [4]:

- maximální stručnost – obsahuje pouze nezbytné instrukce pro operátora procesu,
- jednoduchost a vizualizace k zajištění okamžitého pochopení instrukce,
- možnost rychlé změny při změně parametrů,
- jednoznačnost k zajištění opakovatelnosti postupu,
- schopnost sledovat plnění standardů a jejich vliv na procesní parametry.

Postup pro vytváření standardů pracoviště [4]:

1. Výběr procesů a upřesnění začátku a konce hlavních procesů.
2. Pracovní místa, zařízení a produkty hlavních procesů.
3. Rozhodnutí o způsobu tvorby standardu.
4. Definování podprocesů hlavního procesu.
5. Hrubá verze standardu práce – popis vykonávaných činností operátora, parametry a kritické body podprocesu, postup odstranění abnormalit.
6. Dopracování standardu v procesním týmu a doladění mezi směny.
7. Vizualizace standardů a příprava školení.
8. Proškolení zaměstnanců, implementace a kontrola.

Standard práce ve výrobním procesu obsahuje tři základní elementy: přesnou sekvenci činností (výrobních operací), čas (takt) každé operace, standardní rozpracovanou výrobu. Standardy práce se využívají všude tam, kde je potřeba zvýšit úroveň kvality procesu, zajistit vyšší stabilizaci procesů, redukovat náklady na nekvalitu a zvyšovat spokojenost zákazníka. Standardizace práce je výstupem každého dílčího zlepšení v procesu neustálého zlepšování [4].

### **2.3.4 Totálně produktivní údržba / Total Productive Maintenance**

TPM je přístup k údržbě, který kombinuje prvky preventivní údržby s totálním řízením kvality a totálním zapojením zaměstnanců za účelem vytvoření kultury spolehlivosti: dělníci jsou vlastníky výkonnosti zařízení a stávají se plnohodnotnými partnery údržby, konstrukce a managementu za účelem optimalizace způsobilosti zařízení [12] [18].

TPM se zavádí za účelem dosažení následujících cílů [12]:

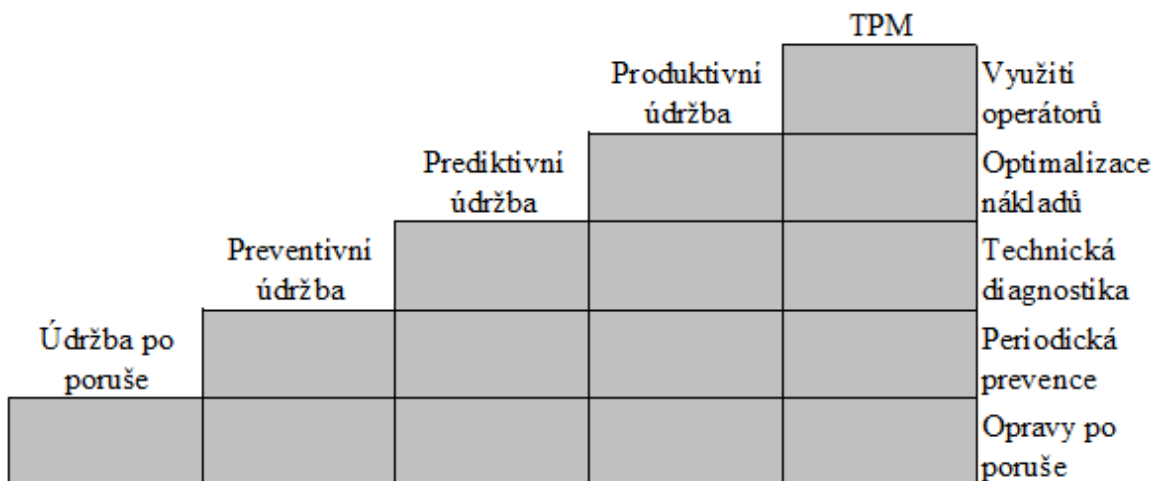
- zlepšení spolehlivosti zařízení,
- minimalizace ztrát souvisejících se zařízením ve výrobních operacích,
- výroba zboží bez snížení kvality produktů,
- snížení celkových nákladů na údržbu zařízení,
- produkce dávek malého rozsahu v co možná nejkratším čase,
- zlepšení citlivosti na požadavky zákazníka,
- prodloužení životnosti zařízení a redukce kapitálových prostředků.

TPM je přístup k údržbě zařízení s cílem [12]:

- restaurovat zařízení do zánovního stavu (stav "jako nové"),
- určit vhodnou strategii údržby zařízení na základě kritičnosti (údržba podle času, preventivní údržba, prediktivní údržba, monitorování podle stavu),
- maximalizace efektivnosti zařízení (rychlost, dostupnost, využití, kvalita),
- zapojit útvary výroby, konstrukce, kvality a údržby a všechny úrovně organizace do činností údržby.

Pět prvků TPM [12]:

1. Monitorování a používání OEE - zavedení komplexního měření pro sledování ztrát dostupnosti stroje a stanovení priority příležitostí.
2. Spoleh na autonomní údržbu - vštěpování smyslu pro vlastnictví, plné využití znalostí dělníka.
3. Usměrnění procesu oprav - standardizace procesu oprav a zlepšování efektivnosti eliminací ztrát.
4. Nasazení preventivní údržby - stanovení priorit plánované údržby, uchovávání odbornosti specialistů pro komplexní složité úkoly.
5. Budování schopností a způsobilostí - technické školení, školení řešení problémů a týmové práce.



**Obrázek 2:** Cesta k TPM

*Zdroj: upraveno podle [18], použitý SW MS Office Excel 2010*

Předpoklady úspěchu TPM [12]:

- podpora vrcholového managementu,
- kultura spoluúčasti,
- schopnosti a možnosti provádět školení,
- etapový plán zavádění.

### 2.3.5 Celková efektivita zařízení / Overall Equipment Effectiveness

OEE je užitečná metoda pro monitorování a zlepšování účinnosti výrobních zařízení. OEE je zaváděno zejména v úzkých místech výrobního toku. OEE zviditelňuje šest hlavních ztrát produktivity [12] [15]:

- poruchy,
- seřízení (přestavby),
- drobná zastavení,
- redukovanou rychlost,
- zmetky,
- opravy.

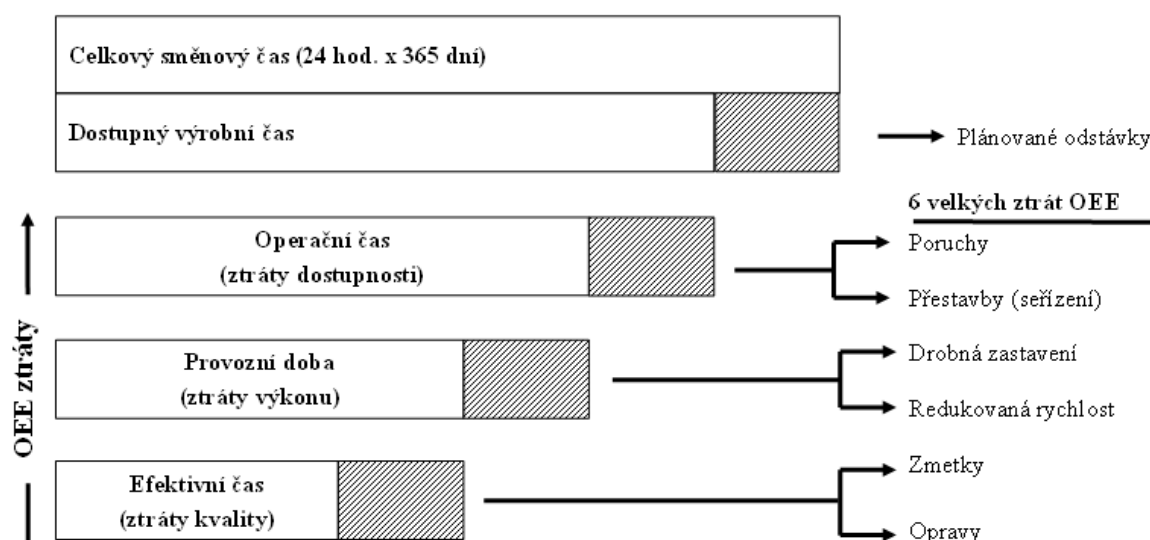
OEE identifikuje běžné a důležité zdroje ztrát produktivity a dělí je do tří kategorií [12]:

1. Dostupnost - jakákoli ztráta, která zastavuje plánovanou výrobu (poruchy, seřízení).

2. Výkon - jakákoli ztráta, která způsobuje, že plánovaná výroba běží na menší než maximální výkon (drobná zastavení, redukováná rychlost).

3. Kvalita - jakákoli ztráta vyplývající z vyráběných dílů, které nesplňují standardy kvality (zmetky, opravy).

Pokud bereme v úvahu ztráty produktivity, efektivní výrobní čas (čas výroby dobrých dílů) je pouze zlomek toho, co je k dispozici [12].



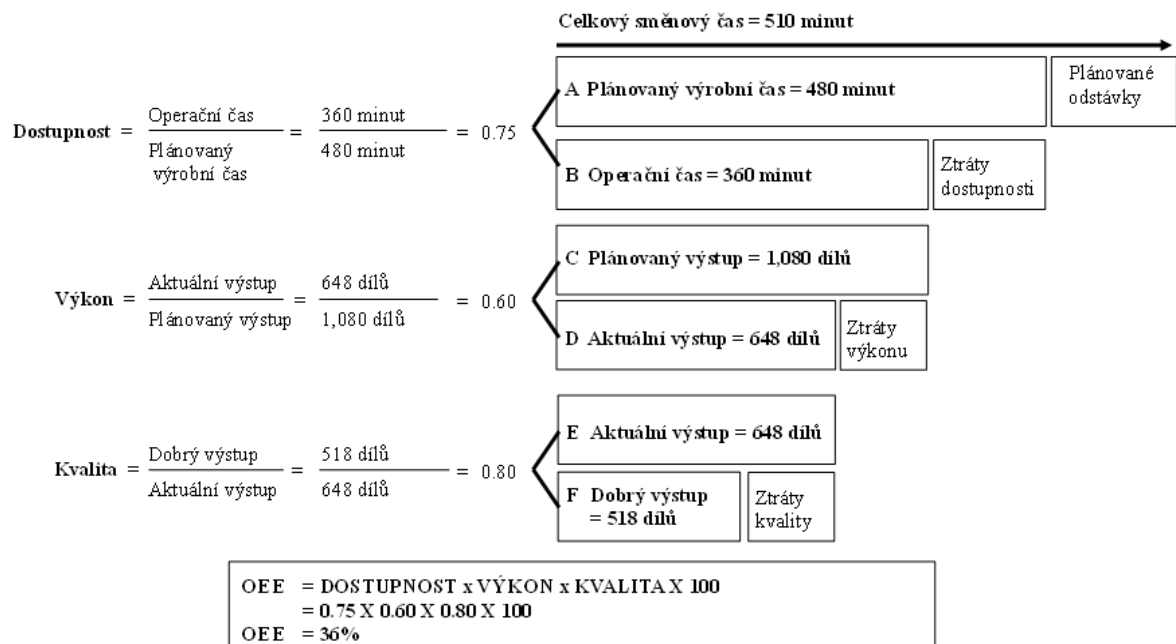
Obrázek 3: Ztráty OEE

*Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

Dvě metody výpočtu OEE (obě metody poskytují shodný výsledek) [12]:

1. Časová:  $OEE = \text{efektivní výrobní čas} / \text{dostupný výrobní čas}$ .
2. Množstevní:  $OEE = \text{množství vyrobených dobrých dílů} / \text{množství dílů, které bylo teoreticky možné vyrobit}$ .

Příklad výpočtu OEE je uveden na obrázku 4.



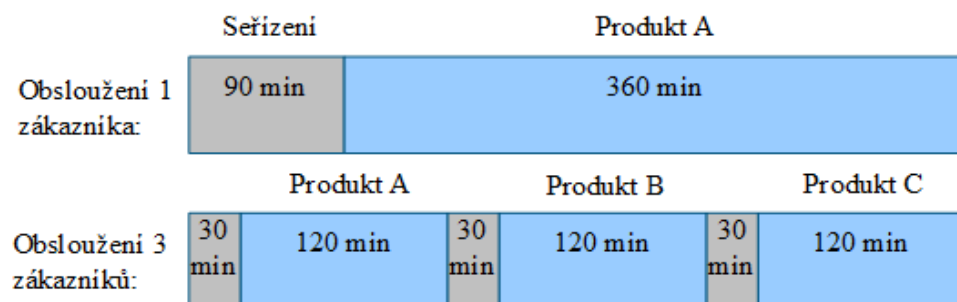
**Obrázek 4:** Výpočet OEE

*Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

OEE je nejen metodou měřící efektivnost zařízení, ale na základě statistických dat poskytuje informace o oblastech největších ztrát efektivnosti. OEE je tedy využíváno při rozhodování o vhodnosti aplikace dalších metod Lean. Příkladem může být identifikace vysokého podílu poruch stroje a nasazení metody TPM [12].

### 2.3.6 Rychlá výměna / Single Minute Exchange of Die (Quick Changeover)

Rychlá výměna je strukturovaný přístup navržený pro bezpečné dosahování nerychlejších časů při přechodu od výroby jednoho produktu k výrobě jiného. Tento systém významně snižuje dobu změny a seřízení stroje. Rychlé změny jsou prostředkem zvyšování dostupnosti zařízení a poskytují zvýšenou pružnost na podporu většího rozsahu požadavků zákazníka během doby využití zařízení [12] [17].



**Obrázek 5:** Zvýšení dostupnosti pomocí QCO

*Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

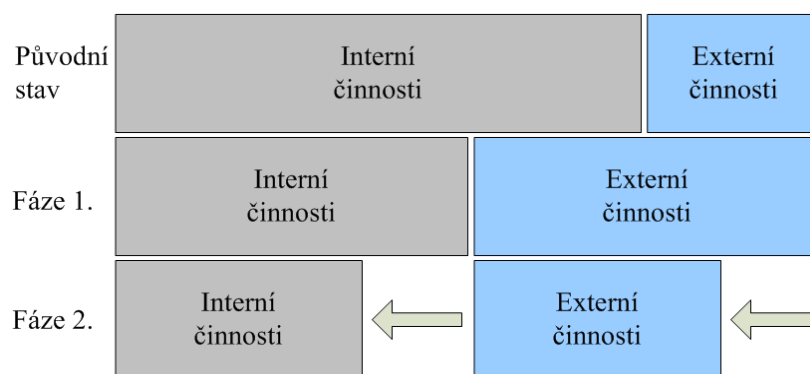


Komponenty rychlé výměny [12]:

- Interní činnosti seřizování jsou ty, které musejí být provedeny v době, kdy stroj stojí (například vyjmutí raznic a nástrojů)
- Externí činnosti seřizování lze provádět v době, kdy stroj ještě běží (například příprava nástrojového vybavení a příprava dokumentace)

Základní fáze rychlé výměny [17]:

1. Identifikace interních a externích činností.
2. Přesun maxima interních činností do externích.
3. Zkracování interních činností, následně i externích činností.



**Obrázek 6:** Interní a externí činnosti

*Zdroj: upraveno podle [17], použitý SW MS Office Visio Premium 2010*

Postup při zavádění rychlé výměny [12]:

1. Pořízení videozáznamu procesu seřízení pro potřeby příležitosti ke zlepšení.
2. Sledování procesu seřízení, zdokumentování každé činnosti seřízení (př. formuláře na obrázku 7).
3. Další sledování procesu seřízení, záznam doby jednotlivých činností pomocí stopek.
4. Rozdělení kroků seřízení na interní a externí.
5. Převedení co možná nejvíce interních činností seřizování na externí.
6. Další sledování procesu, identifikace příležitosti pro usměrnění jak interních tak externích kroků procesu seřízení.
7. Zavedení standardních pracovních postupů pro dokumentaci aktualizovaného a zlepšeného procesu seřízení.

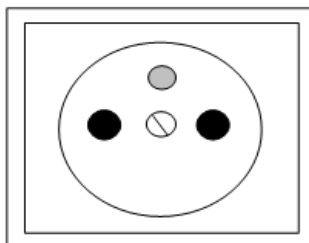
FORMULÁŘ SLEDOVÁNÍ ČASU											Datum sledování		OPERÁTOR		
Č.	DÍLČÍ ÚKOL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Čas sledování		OPERÁTOR	
												Čas úkolu komponenty	Přidaná hodnota A/N	Sledované body	
1	Lokalizace brašny na nářadí	2	29	58	1:30	1:59	2:28	3:03					2	Ext	
		2	3	3	2	3	2	3							
2	Výběr klíče, povolení šroubu	7	35	1:05	1:35	2:04	2:36	3:07					5	Int	
		5	6	7	5	5	8	4							
3	Demontáž nástroje	9	38	1:08	1:37	2:07	2:40	3:11					2	Int	
		2	3	3	2	3	4	4							
4	Montáž nového nástroje	15	44	1:15	1:45	2:14	2:46	3:18					6	Int	
		6	6	7	8	7	6	7							
5	Polohování nástroje	18	48	1:19	1:48	2:18	2:51	3:22					3	Int	
		3	4	4	3	4	5	4							
6	Utažení šroubu	24	53	1:25	1:53	2:23	2:58	3:27					5	Int	
		6	5	6	5	5	7	5							
7	Výhotovení dokumentace	26	55	1:28	1:56	2:26	3:00	3:29					2	Int	
		2	2	3	3	3	2	2							
DOBA JEDNOHO CYKLU		26	29	33	28	30	34	29					25		

Obrázek 7: Formulář pro sledování času

Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office Excel 2010

### 2.3.7 Chybuvedornost / Mistake Proofing (Poka-Yoke)

Přesným překladem japonského termínu "poka-yoke" je prevence chyb (chybuvedornost): "poka" (neúmyslná chyba) a "yoke" (prevence). Termín vymyslel Shigeo Shingo v roce 1960. Chybuvedornost je provedení návrhu produktu nebo procesu takovým způsobem, aby chyby bylo v nejlepší možné míře nemožné udělat, nebo alespoň, aby byly snadno zjištěny a opraveny. Je obvykle založena na mechanickém nebo elektronickém opatření, které nedovolí obsluze udělat chybu či chybu přeměnit na vadu (neshodu). Příklad Poka-Yoke je znázorněn na obrázku 8 [12] [16].



Obrázek 8: Poka-Yoke - zásuvka

Zdroj: upraveno dle [12], použitý SW MS Office Excel 2010

Výhody chybuvedornosti [12]:

- pro zázakzníka - příjem bezvadných produktů, potenciální příjem produktů, které brání chybnému použití,
- pro společnost - zaměřuje se na příčiny chyb a eliminuje je, poskytuje nákladově efektivní řízení kvality, redukuje náklady na přepracování a na šrot, eliminuje nutnost spoléhat se na výstupní kontrolu z linky, redukuje variabilitu procesu,
- pro zaměstnance - redukuje vady vstupující do jejich procesu, chrání jejich procesy před vytvářením vad, brání úniku vad z jejich prostoru.

Chybuvedornost se dělí na [12]:

- proaktivní – prevence výskytu chyb. Např. produkt je navržen tak, aby potenciál pro chybné použití nebo chybnou montáž byl nemožný nebo značně redukováný,
- reaktivní – detekce chyb ihned po jejich výskytu a zabránění v další výrobě vadných dílů. Příkladem jsou různé detekční a měřicí systémy.

### **2.3.8 Přesně na čas / Just In Time**

JIT je zásobovací strategie zaváděná za účelem zajištění splnění požadavků zázakzníka při minimalizaci skladových zásob a provozního kapitálu. JIT dosahuje dramatických zlepšení v návratnosti investic (ROI), kvalitě a efektivitě výrobní organizace [12] [14].

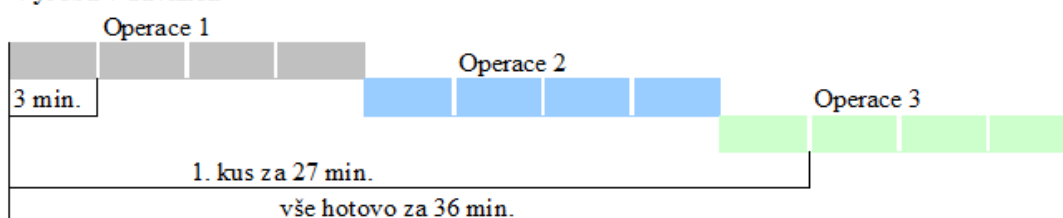
Typické přínosy JIT [14]:

- snížení přímé i nepřímé pracovní síly eliminováním činností nepřidávajících hodnotu,
- snížení výrobní a skladovací plochy na jednotku výstupu,
- snížení seřizovacích časů a skluzů díky kontinuálnímu výrobnímu procesu,
- snížení plýtvání, zmetků a víceprací detekováním chyb u zdroje,
- snížení průběžného času díky menším výrobním dávkám, takže následující pracoviště může poskytnout zpětnou vazbu při problémech s kvalitou,
- lepší využití strojů a zařízení (OEE),
- lepší vztahy s dodavateli,
- lepší integrace a komunikace mezi funkcemi jako je marketing, nákup, návrh a výroba,
- kontrolu kvality zabudovanou do procesu.

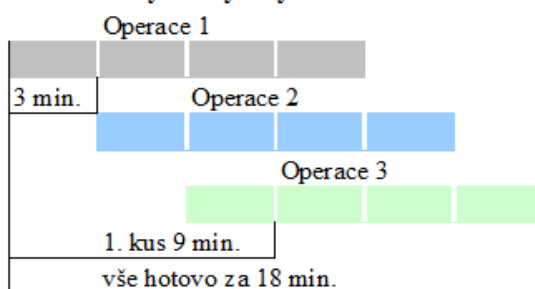
Existují dva základní typy výroby JIT [12]:

1. One Piece Flow, neboli tok jednoho kusu - díly se pohybují operacemi krok za krokem bez mezizásob. Umožňuje nastavit tempo výroby navázáním procesů tak, aby se všude, kde to je možné, vyráběl vždy současně jen jeden kus. Předpokladem pro dosažení toku jednoho kusu je zajištění stabilního procesu:
  - a. vysoce způsobilý proces - stabilní produkce dobrých kusů,
  - b. vysoce opakovatelný proces - procesní časy musí být opakovatelné bez velké variability,
  - c. vysoce spolehlivé zařízení - dostupnost zařízení musí být téměř 100%.

#### Výroba v dávkách



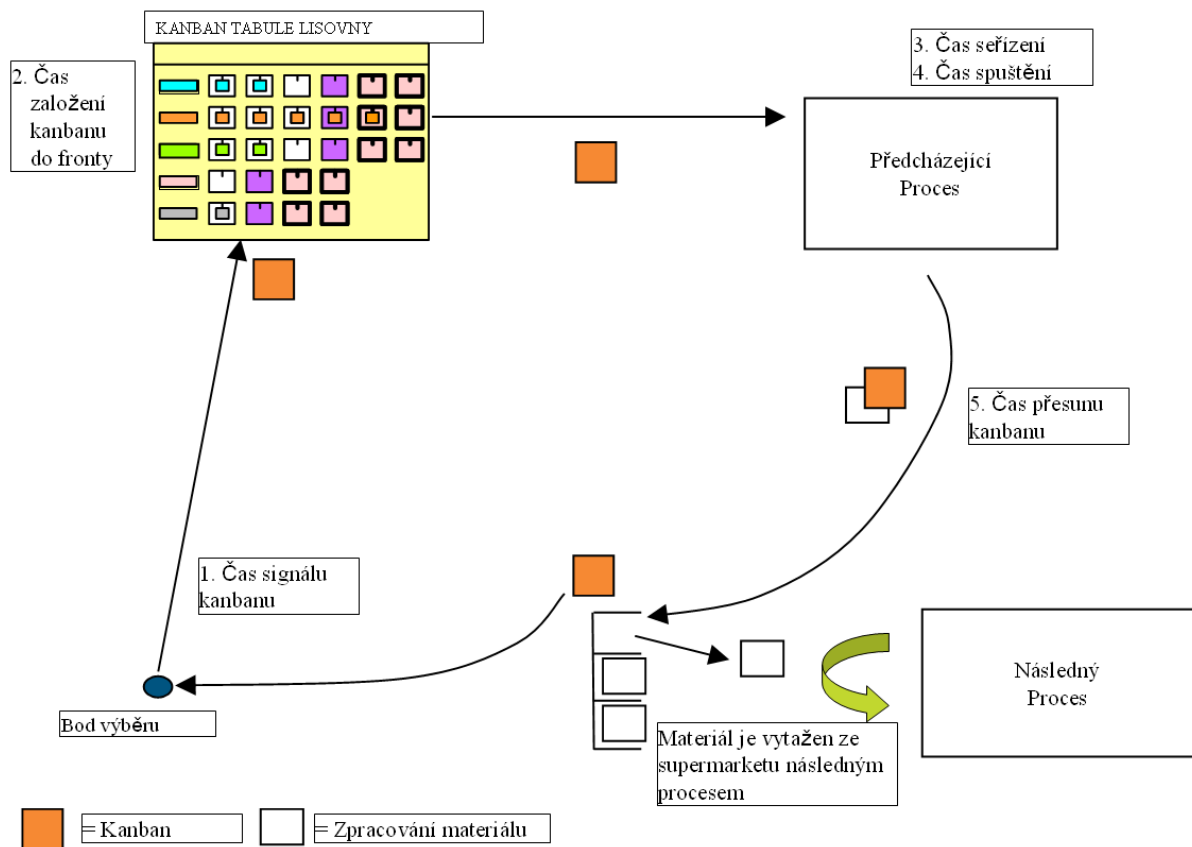
#### Jednokusový tok výroby



**Obrázek 9:** One Piece Flow

*Zdroj: upraveno podle [14], použitý SW MS Office Excel 2010*

2. Tahem řízený systém – navazuje každý proces na procesy před ním a za ním. Proces je řízen sérií signálů (kanbanem), který spouští u výrobních procesů výrobu další součásti. Kanban jsou obvykle velmi jednoduché signály, jako výskyt či absence kusu v regálu. Kanban může mít mnoho podob – karta, světelný, elektronický, prázdná kontejner, aj. V hodnotovém toku lze používat tah pro:
  - řízení minimálního a maximálního objemu skladové zásoby
  - zvýšení pružnosti hodnotového proudu v odezvě na poptávku zákazníka na náklady uložení skladových zásob



**Obrázek 10:** Tahem řízený systém

*Zdroj: upraveno podle[12], použitý SW MS Office PowerPoint 2003*

### 2.3.9 Six Sigma

Six Sigma je nástroj určený pro zvyšování kvality procesů firmy jako celku. Je zaměřený na vyhledávání slabých míst a jejich odstraňování. Klade si za cíl rovněž pomoci snížit náklady firemních procesů a zvýšit zisk [9].

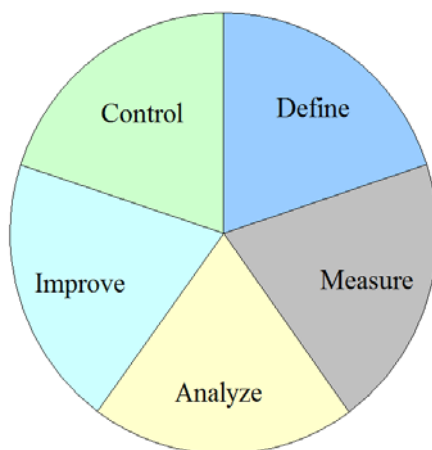
Impuls pro zavedení většinou přichází z vnějšího prostředí, a to od požadavků zákazníků, kteří požadují zboží bez neshod. Dalším pohonem je nikdy nekončící a dopředu jdoucí konkurence, ke které se musí přistupovat s prozíravostí, čímž se proces SIGMA může stát vhodným prostředkem ke konkurenční výhodě [5].

Základní pojmy Six Sigma [9]:

- Six Sigma – metodologie pro zlepšování procesů a kvality firmy, kterou zavedla společnost Motorola.

- Sigma – směrodatná odchylka charakteristik procesu, převážně používaná v SPC (Statistical Process Control). Odchylka označující rozsah rozdílů nebo odlišností ve vybrané skupině položek nebo dat procesu.
- DPMO – počet vad na milion příležitostí k vadě (Defects Per Milion Opportunities)
- CTQ – hraniční meze rozhodující o kvalitě (Critical To Quality)

Dosáhnout kvality Six Sigma (šest Sigma) znamená nevyrábět žádné vadné výrobky. Lze jej v podniku implementovat v pěti fázích, které označujeme symboly DMAIC [5] [9]:



**Obrázek 11:** DMAIC

*Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

D – Define (definovat) – v první fázi se definují cíle, získávají informace, popisuje se stav, kterého má být dosaženo, určuje se tým pracovníků. Popisuje se proces, který má být zlepšen. Součástí popisu procesu je i jeho rozsah (začátek a konec procesu, vstupy a výstupy). Definuje se plán, který by měl obsahovat jednotlivé činnosti, jež jsou třeba k odstranění problému.

M – Measure (měřit) – při zlepšování jsou důležité postupné kroky, kterých má být dosaženo a které vedou k naplnění definovaných cílů. Doložit plnění cílů je možné jen na základě předem definovaných měření a měřitelných ukazatelů. Tak je možné odlišit domněnky od skutečnosti.

A – Analyze (analyzovat) – zjištěné informace je potřeba podrobně analyzovat a zjistit skutečný potenciál pro zlepšení. Základem je analýza příčin problémů, nedostatků, nespokojenosti apod. Zároveň je zjišťováno, zda je skutečně řešen původní problém.

I – Improve (zlepšovat) – základem zlepšení je odstranění skutečné příčiny. Nastavují se nové parametry procesu a jeho optimalizace. Vše se dělá pro zvýšení spokojenosti zákazníka,

ať externího nebo interního. Součástí zlepšování by mělo být i zlepšení nákladů, přínosů pro zákazníka. Jednotlivá řešení je možné otestovat v pilotním testu.

C – Control (řídít) – Je-li problém úspěšně odstraněn nebo dosaženo zlepšení, je třeba udělat poslední a závěrečný krok: všechny potřebné změny zavést/standardizovat do procesů nebo systému. Také se samozřejmě přesvědčit, zda změny jsou řádně uplatňovány a jsou součástí běžných každodenních činností. Vhodné je stanovit období, ve kterém se sleduje dosažených výsledků, zisku z nového zlepšení.

### **2.3.10 Grafy procesu řízení kvality / Quality Control Process Charts**

Jde o strukturovaný přístup navržený pro soustavné identifikování, stanovování priorit a eliminaci neefektivností procesu. QCPC eliminuje tzv. „turnbacky“ procesu, které brání toku práce, způsobují zpoždění ve výrobě a zvyšují náklady [12]: doba nečinnosti stroje (prostoj), ztracený nebo zničený nástroj, chybějící materiál, informační chyby, a další ...

Postup zavedení QCPC [12]:

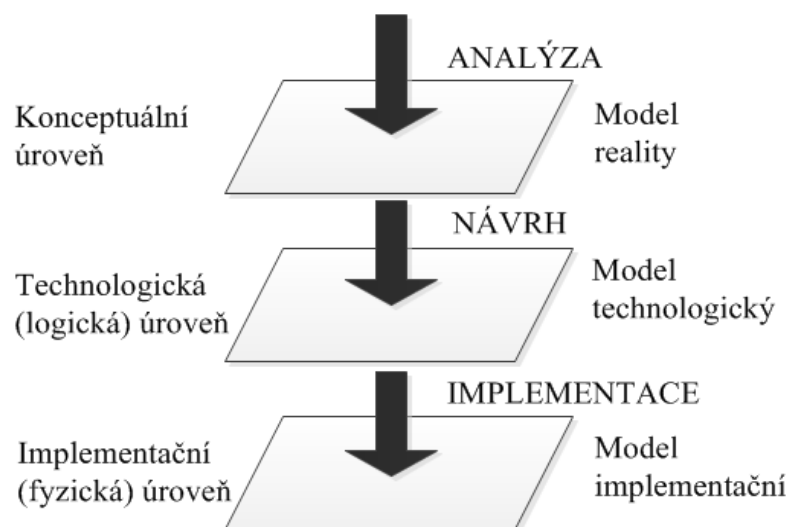
- identifikace nejpravděpodobnějšího výskytu turnbacků pro každý krok v mapě hodnotového toku (VSM),
- vytvoření a nasazení kontrolního formuláře QCPC do výroby pro sběr dat v reálném čase,
- vypracování Paretova diagramu pozorovaných četností turnbacků, jakmile je k dispozici dostatek dat o případech,
- stanovení priorit a výběr příležitosti ke zlepšování v oblasti turnbacků,
- identifikace kořenové příčiny turnbacků,
- zavedení plánu opatření k nápravě,
- zajištění, že zavedená opatření k nápravě jsou udržována.

### 3 DATOVÉ MODELOVÁNÍ

Účelem datového modelování je pomoci řešit návrh databází, zejména při vysoké úrovni jejich složitosti a přispět ke zvyšování kvality těchto návrhů. Základním modelovacím principem je, že se vytvoří model systému dříve, než je vytvořen vlastní systém. Vytvořený model pak představuje zjednodušený obraz reálného světa. To znamená, že vybereme jen to podstatné a důležité. Dalšího zjednodušení se dopouštíme při přizpůsobení navrženého modelu plánovanému programovému prostředí v tomto případě relačnímu databázovému systému. Důvodem je nutnost přizpůsobení se principům dané programové architektury [2] [11].

#### 3.1 Tři úrovně datového modelování

- konceptuální model: představuje popis obsahu systému. Úroveň je nezávislá na vlastním implementačním a technologickém prostředí,
- technologický (logický) model: detailní vymezení struktury databáze založené již na určitém logickém schématu, v případě této práce relačním. Definování struktury databázových tabulek, jejich atributy, primární klíče a relace mezi tabulkami,
- implementační (fyzický) datový model: představuje popis vlastní realizace systému v konkrétním implementačním prostředí [11].



**Obrázek 12:** Tři úrovně návrhu informačního systému

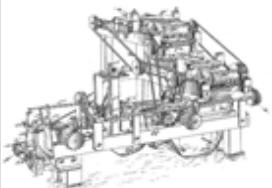


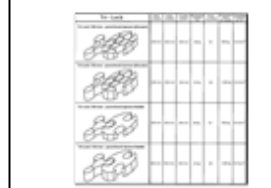
*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Visio Premium 2010*



## 3.2 Konceptuální úroveň

- **Entita a její identifikace**

Entita je rozlišitelný a identifikovatelný objekt reality. Entita je objekt reálného světa, o kterém má smysl uchovávat informace. Obrázek 13 znázorňuje příklady entit v podnikovém prostředí [11].

Stroj	Zakázka	Operátor	Výrobní specifikace
			

**Obrázek 13:** Entity v podnikovém prostředí

*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Excel 2010*

Každá entita musí být jednoznačně identifikovatelná. Příkladem může být kniha Datové modelování, která má v rámci knihovny evidence přiděleno určité knihovny číslo. Entity se sdružují do entitních množin (typů). Příkladem může být entitní typ kniha, entitou je Datové modelování a Podniková informatika [11].

- **Atributy a klíče**

Atributem se rozumí vlastnost entity. Příkladem může být atribut „titul, autor, počet stran“ entity kniha. Klíč je identifikátor entity. Je to minimální množina atributů zajišťující jednoznačnou identifikaci výskytů entity [11].

- **ER diagram**

Pro vyjádření modelu systému se velmi často volí grafický způsob. Často používaným diagramem je tzv. ERD (Entity Relationship Diagram), neboli digram entit a vztahů mezi nimi. Nejedná se o striktně daný diagram, ale mluvíme spíše o rodině ER diagramů. Důležité je, aby řešitelský tým zvolil jednotný způsob grafického vyjádření [11].

- **Vztahy mezi entitami**

Vztahem je reálná vazba mezi dvěma a více entitami. Vztah je informací, kterou nelze odvodit z atributů jednotlivých entit. Existují následující typy vztahů [11]:

- a) Binární vztah – mezi dvěma entitami.

b) N-nární vztah – mezi více než dvěma entitami (polyární).

Na obrázku 14 jsou znázorněny vztahy mezi entitami Student a Obor (čteme obousměrně):

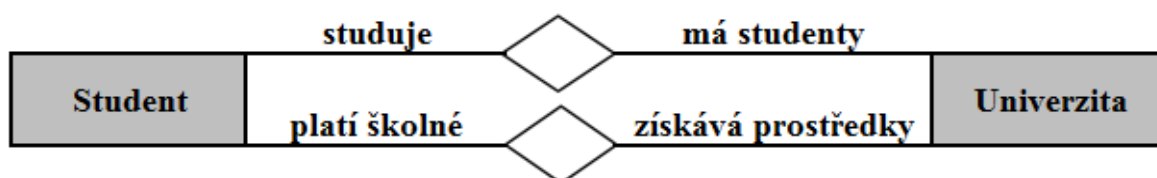
- Student studuje Obor,
- Obor má studenty (studují jej).



**Obrázek 14:** Entitní vztahy

*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Excel 2010*

Mezi dvěma entitami může existovat i více vztahů různých typů. Každý takový vztah pak vyjadřuje jinou informaci, viz obrázek 15 [11].



**Obrázek 15:** Entitní vztahy různých typů

*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Excel 2010*

Reálný ER diagram je však mnohem složitější schéma, než kombinace dvou entit a jejich vztahů. Jde o komplex, který obsahuje desítky entit a vztahů mezi nimi [11].

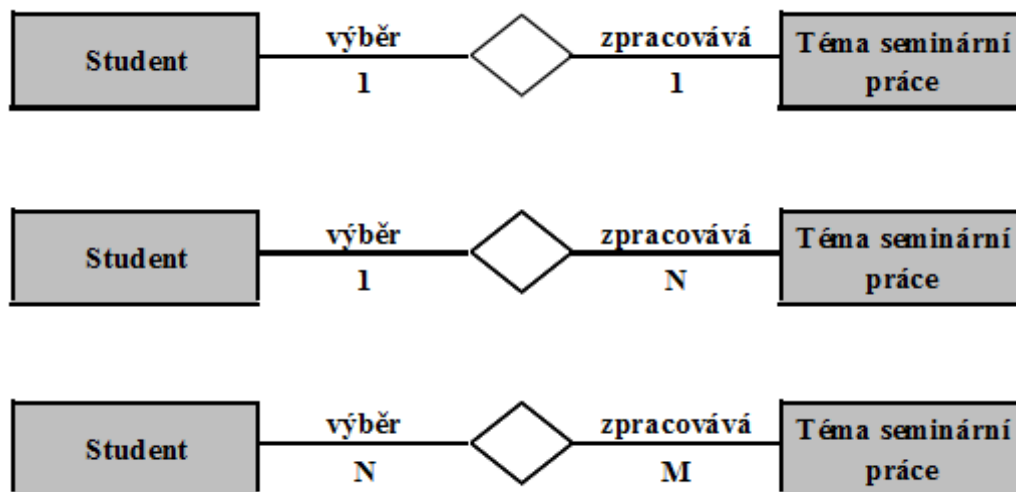
- **Kardinalita vztahu**

Kardinalita, jako důležité integritní omezení<sup>1</sup> vztahu vyjadřuje maximální a minimální počet výskytů entity v daném vztahu. Kardinalita reprezentuje poměr vztahu. Níže jsou uvedeny tři modelové situace, vyjadřující tento poměr [11]:

1. 1:1 – student si vybírá jedno téma seminární práce. Téma seminární práce je zpracováváno jedním studentem.
2. 1:N - student si vybírá jedno téma seminární práce. Téma seminární práce je zpracováváno více studenty.

<sup>1</sup> „Integritní omezení“ = co má platit o mapovaných objektech. Kontrolují správnost jak ve zdrojových datech, tak v implementačních mechanismech. Chybná definice integritních omezení znamená ztrátu integrity. Příkladem ztráty integrity je informační systém umožňující evidenci, ve které student studuje 13 měsíců [11].

3. N:M - student si vybírá více než jedno téma seminární práce. Téma seminární práce je zpracováváno více studenty.

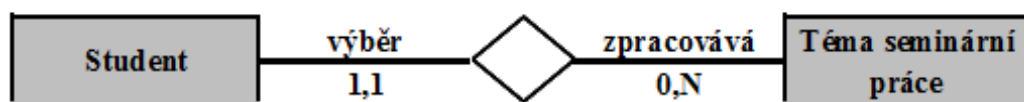


**Obrázek 16:** Kardinalita

*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Excel 2010*

- **Parcialita (členství) vztahu**

Entitní typy zapojené do vztahu se nazývají členy vztahu. Členství je buď povinné, tzv. totální, kdy vztah musí vzniknout nebo nepovinné, tzv. parciální, kdy vztah může, ale nemusí vzniknout. Zda je členství totální, či parciální je řízeno chováním objektů sledované reality [11].



**Obrázek 17:** Parcialita

*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Excel 2010*

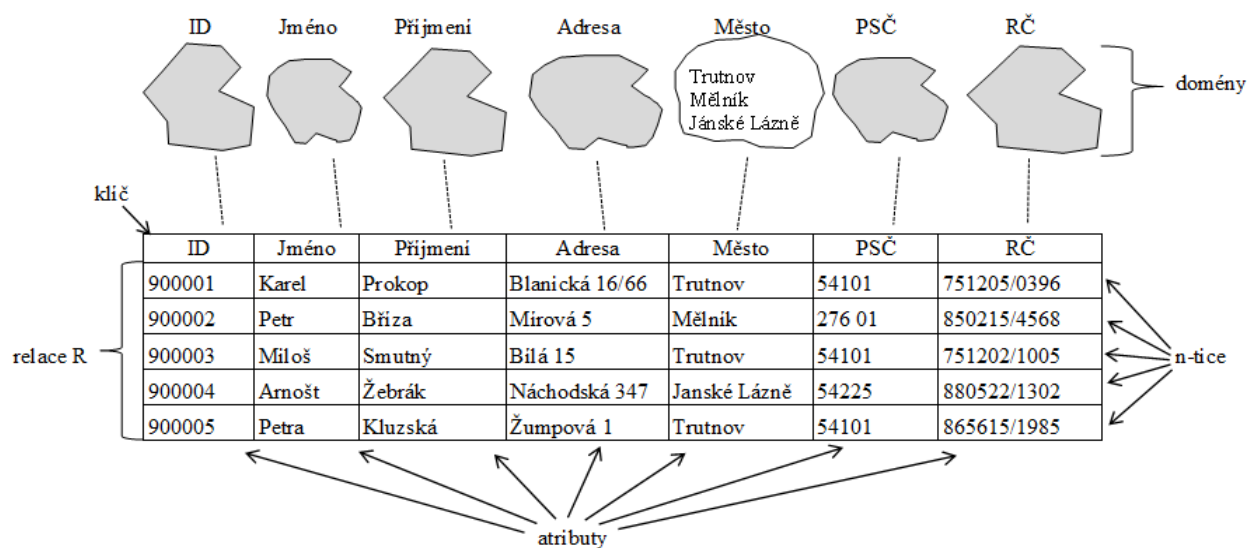
Modelová situace s poměrem vztahu 1:N vypadá takto - student si vybírá jedno téma seminární práce, téma seminární práce je zpracováváno více studenty. Pokud bude do vztahu zapojeno členství 1:0, vztah se upraví následovně – student si vybírá právě jedno téma seminární práce (totální členství), téma seminární práce může být zpracováváno jedním nebo i více studenty (parciální členství) [11].

- **Relační model dat**

Jde o fázi, kdy je vytvořený konceptuální model směřován k realizaci v konkrétním databázovém prostředí. RMD není jedinou metodou ukládání dat a manipulace s nimi, je ale v současnosti nejpoužívanější díky své vysoké efektivitě a flexibilitě. RMD definuje způsob reprezentace dat (struktura), způsoby ochrany dat (integrita) a operace, které je možné s daty provádět (manipulace). V RMD jsou data chápána jako relace [11].

1. Relace, n-tice, doména:

Relace je množina prvků, které mají tvar  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ , kde  $n$  je řád relace. Prvkům se říká n-tice, kdy  $n$  neoznačuje žádnou hodnotu či parametr. Jednotlivé komponenty  $a_i$  jsou z domény atributu  $A_i$ , která představuje řetězec znaků – *jméno atributu*. Doména je specifikovaná množina hodnot, kterých může atribut  $A_i$  nabývat –  $A_i:dom(A_i)$ . *Dom* je zobrazení definované na množině jmen atributů. Relaci  $R$  lze tedy popsat jako:  $R(A_1 : D_1, A_2 : D_2, \dots, A_n : D_n)$  kde  $D_i = dom(A_i)$ , pro  $i \in \langle 1, n \rangle$ . Tento zápis tvoří schéma relace. Na obrázku 18 je pro názornost pojmů příklad schéma relace Zákazník s atributy ID, Jméno, Příjmení, Adresa, Město, PSČ, RČ [11].



**Obrázek 18:** Schéma RMD

*Zdroj: upraveno podle [11], použitý SW MS Office Excel 2010*

2. Integritní omezení:

Klíč schématu relace je povinné integritní omezení v RMD. Klíčem může být více atributů nebo více kombinací atributů. Z nich je vybrán primární klíč. Klíč, který není primárním klíčem, se někdy nazývá jako alternativní klíč. Klíče z jednoho atributu je klíč jednoduchý,

ostatní se nazývají složené. Atribut, který je součástí nějakého klíče, je klíčový atribut. Ostatní atributy jsou neklíčové. Referenční integrita je integritní omezení popisující vztah mezi daty dvou relací. Atribut, kterého se referenční integrita týká, je označován jako cizí klíč. Jde o atribut, jehož hodnota v každé n-tici je buď prázdná, nebo musí být obsažena jako hodnota primárního klíče jiné relace [11].

### 3.3 Technologická úroveň

V této fázi přichází rozhodnutí, v jakém typu software bude informační systém realizován. V případě použití některého z relačních databázových systémů (Oracle, Informix, Access...) je nutné postupovat dle pravidel transformace, která jsou specifická pro RMD. V této fázi je tedy ER diagram jako výstup konceptuální úrovně transformován do RMD [11].

- **Reprezentace entit**

V případě silného entitního typu je vhodné atributy uspořádat do relace, kde primární klíč bude tvořen atributy odpovídajícími atributům identifikačního klíče entitního typu, a kde se popisným typům atributů přiřadí domény relace [11].

- **Reprezentace vztahů**

Pro binární vztah 1:1 platí následující pravidla [11]:

1. Mají-li oba entitní typy parciální členství ve vztahu, je nutné definovat tři schémata relací. Každému entitnímu typu je přiřazeno jedno relační schéma a navíc vzniká třetí schéma pro typ vztahu. Toto schéma obsahuje klíče obou entitních typů jako cizí klíče. Libovolný z nich může být primárním klíčem. Další atributy odpovídají atributům vztahu.
2. Má-li jeden člen totální a druhý parciální členství ve vztahu, jsou definována dvě schémata relací. Existenční závislost prvního typu na druhém je vyjádřena tak, že ke schématu jsou připojeny atributy odpovídající identifikačnímu klíči nezávislého entitního typu. Ve schématu je primárním klíčem libovolný ze dvou klíčů. Do schématu se přidávají atributy odpovídající atributům vztahu.
3. Mají-li oba členy totální členství ve vztahu, je vytvořeno jediné schéma relace spojením obou dvou entitních typů. Primárním klíčem je libovolný z členů. Do schématu se přidávají atributy odpovídající atributům vztahu.

Pro binární vztah 1:N platí tato pravidla transformace [11]:

1. Má-li determinant totální členství ve vztahu, vznikají dvě relace. Schéma determinantu obsahuje atributy, odpovídající identifikačnímu klíči druhého entitního typu. Přidány jsou i případné atributy vztahu. Primárním klíčem je pak klíč determinantu.
2. Je-li determinant ve vztahu nepovinný, vznikají tři schémata. Každému entitnímu typu je přiřazeno jedno relační schéma a navíc vzniká třetí schéma pro typ vztahu. Toto schéma obsahuje identifikační klíče obou entitních typů jako cizí klíče a případně další atributy odpovídající atributům vztahu. Primárním klíčem je pak klíč determinantu.

Pro binární vztah N:M platí následující pravidla [11]:

1. Bez ohledu na typ členství se definují tři schémata. Každému entitnímu typu je přiřazeno jedno relační schéma a navíc vzniká třetí schéma pro typ vztahu.
2. Vztahové schéma obsahuje primární klíče obou entitních typů a příp. další vztahové atributy. Primárním klíčem schématu je dvojice těchto primárních klíčů.

- **Normalizace dat**

Normalizace dat slouží k odstranění anomálií v datovém modelu. Důsledkem normalizace je postupná dekompozice datového modelu, kdy jsou atributy rozděleny do většího počtu relací, které již nevykazují nedostatky. Množina relací je postupně převáděna do tzv. „vyšších normálních forem“ [11]:

1. První normální forma – musí být splněna nedělitelnost atributů.
2. Druhá normální forma – se týká pouze víceatributového primárního klíče. Platí 1NF a každý neklíčový (ani kandidátní) atribut musí být zcela funkčně závislý na celém primárním klíči relace.
3. Třetí normální forma - platí 2NF a každý neklíčový atribut nezávisí na jiném atributu závisícím na PK.
4. Boyce-Coddova normální forma – každý determinant funkční závislosti v relaci je zároveň kandidátním klíčem. Každá relace v BCNF je vždy v 3NF, což naopak neplatí.
5. Čtvrtá normální forma – platí BCNF a všechny vícehodnotové závislosti v relaci jsou zároveň funkčními závislostmi. Vícehodnotová závislost vzniká jen u takové relace, která obsahuje více než tři neklíčové atributy.
6. Pátá normální forma – platí 4NF a relace již nemůže být bezztrátově rozložena. Relace je v 5NF, jestliže každá závislost na spojení v relaci je důsledkem pouze kandidátních

### 3.4 Implementační úroveň

- **Základní charakteristika relačního databázového systému MS Access** – v této aplikaci jsou informace spravovány v jednom jediném souboru. K dispozici jsou následující nástroje [11]:

1. **Tabulky** – slouží k uchování informací k danému objektu reálného světa. Pro každý identifikovaný objekt je vytvořena vlastní tabulka. Tak je zajištěno, že se informace uloží pouze jednou a zároveň dochází ke snížení pravděpodobnosti výskytu možných chyb při zadávání údajů. V tabulkách jsou informace strukturovány do sloupců (pole) a řádků (záznamy). Tabulky je pomocí polí možno propojovat. V každé tabulce je nutné určit pole, které bude mít vlastnosti primárního klíče. V relační tabulce je pak nutné využít tohoto pole jako cizí klíč. Tato nastavení se provádí v návrhovém zobrazení tabulky, ve kterém se dále definuje počet polí a jejich název, datový typ (číslo, text, datum a čas, měna a další), formát, délka pole, nutnost zadání, výchozí hodnota a další. Tabulky lze dále vytvářet pomocí průvodce či importovat z celé řady formátů.
2. **Formuláře** – využívají se především k zadávání dat do databáze nebo jejich zobrazení. Slouží také jako přepínací panel, který umožňuje otevření dalších formulářů. Formuláře se váží s jednou nebo více tabulkami či dotazy v databázi. Formulář nemusí obsahovat všechna pole z vybraných tabulek a dotazů. Dodatečné informace jako název, datum, číslo stránky jsou zpracovány v návrhovém zobrazení.
3. **Sestavy** – využívají se, pokud je potřeba reprezentace dat v tištěné podobě. Vzhled a informace v sestavě využité jsou plně v rukou uživatele.
4. **Dotazy** – slouží k zobrazení, úpravě či analýze dat, dále také jako zdroj záznamů pro formuláře a sestavy. Druhy dotazů:
  - a) **výběrový dotaz** – využívá se k zobrazení či aktualizaci záznamů dat u jedné a více tabulek. Dalším využitím je seskupování dat za účelem matematických operací (součet, počet, průměr a další),
  - b) **parametrický dotaz** – po spuštění vyvolá dialogové okno, kde je možné zadávat různá kritéria výběru dat nebo hodnoty, které mají být zadány do pole. Parametrické dotazy se také využívají jako základ pro formuláře a sestavy. Příkladem použití může být výkaz výdajů pro zvolený měsíc,

c) křížové dotazy – pomocí nich lze spočítat součty, počty, průměry a souhrnné výpočty pro data seskupená podle dvou typů informací – informací na horním okraji listu a po levé straně datového listu,

d) akční dotazy – provádí změny nebo přesuny mnoha záznamů z jedné nebo více tabulek. Mezi tyto dotazy patří odstraňovací (hromadné odstraňování dat), aktualizací (hromadná aktualizace záznamů), přidávací (hromadné přidávání dat) a vytvářecí dotazy (vytváření tabulek historie či vhodných pro export)

5. Dotazy SQL (Structured Query Language) – využití dotazů jazyka SQL k dotazování, aktualizaci a správě relačních databází. Při vytvoření dotazu v návrhovém zobrazení se na pozadí vytvoří odpovídající příkazy SQL. Pro většinu vlastností dotazu v okně vlastností existují příslušné klauzule a možnosti zobrazení SQL. Příkazy SQL je možno v případě potřeby zobrazit a upravit.

- **Pravidla pro vytváření názvů [11]**

1. Délka až 64 znaků.
2. Mohou obsahovat libovolnou kombinaci písmen, číslic, mezer a zvláštních znaků s výjimkou tečky, vykřičníku, obráceného apostrofu a hranatých závorek.
3. Nesmějí začínat mezerou.
4. Nesmějí obsahovat řídicí znaky (znaky ASCII s hodnotami od 0 do 31).
5. Nedoporučuje se použití mezer.

- **Datové typy polí [7]**

1. Text - tento typ je určen pro text nebo kombinaci textu a čísel (například v adresách). Lze jej použít rovněž pro čísla, která se nepoužívají v matematických výpočtech, jako jsou například telefonní čísla, identifikační čísla nebo poštovní směrovací čísla. Umožňuje uložení až 255 znaků. Maximální počet znaků, které lze zadat, je určen vlastností Velikost pole.
2. Memo - tento typ je určen pro delší texty a čísla, jako jsou například poznámky a popisy. Umožňuje uložení až 65 536 znaků.
3. Číslo - tento typ slouží k ukládání dat určených pro matematické výpočty s výjimkou výpočtů zahrnujících peněžní hodnoty (pro takové případy je určen typ Měna). Umožňuje uložení 1, 2, 4 nebo 8 bajtů. Pro replikaci ID umožňuje uložení



16 bajtů. Konkrétní velikost daného pole typu Číslo je určena vlastností Velikost pole.

4. Datum/Čas - tento typ je určen pro datum a čas. Velikost je 8 bajtů.
5. Měna - tento typ slouží k ukládání peněžních hodnot. Zabraňuje zaokrouhlování v průběhu výpočtů. Velikost je 8 bajtů.
6. Automatické číslo - pole tohoto typu obsahují jedinečná po sobě jdoucí čísla (s přírůstkem 1) nebo náhodná čísla, která jsou vkládána automaticky při přidání záznamu. Velikost je 4 bajty. Pouze pro replikaci ID je použito 16 bajtů.
7. Ano/Ne - tento typ je určen pro data, která mohou nabývat pouze jedné ze dvou možných hodnot, jako je Ano/Ne, Pravda/Nepravda, Zapnuto/Vypnuto. Použití hodnot Null není povoleno. Velikost je 1 bit.
8. Objekt OLE - tento typ je určen pro objekty OLE (například dokumenty aplikace Microsoft Word, tabulky aplikace Microsoft Excel, obrázky, zvukové soubory nebo jiné binární soubory s daty) vytvořené v jiných programech prostřednictvím protokolu OLE. Maximální velikost je 1 gigabajt (je omezena též místem na disku).
9. Hypertextový odkaz - tento typ slouží k ukládání hypertextových odkazů. Hypertextovým odkazem může být cesta UNC nebo adresa URL. Umožňuje uložení až 64 000 znaků.
10. Průvodce vyhledáváním - průvodce slouží k vytváření polí, která posléze umožňují vybrat hodnotu z jiné tabulky nebo ze seznamu hodnot pomocí pole se seznamem. Zvolíte-li tuto možnost ze seznamu datových typů, spustí se průvodce, který dané pole nadefinuje podle vašich pokynů. Tento typ vyžaduje stejnou velikost jako primární klíč odpovídající vyhledávacímu poli (obvykle 4 bajty).

## 4 NÁVRH POSTUPU ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### 1. Výběr a kategorizace metod štihlé výroby:

- určení prioritních oblastí a obvyklých procesních stavů,
- určení kategorií a přiřazení vybraných metod štihlé výroby do kategorií,
- výstup 1: tabulka kategorizace zahrnující metody.

### 2. Výběr oblasti zlepšení:

- výstup 2a: výběr oblasti,
- výstup 2b: co oblast potřebuje.

### 3. Datové modelování:

- konceptuální úroveň - entity, atributy, klíče, EPC,
- technologická úroveň - transformace do RMD,
- implementace,
- výstup 3a: relační databáze MS Access
- výstup 3b: aplikační zpracování pomocí OEE
- výstup 3c: návrh metody štihlé výroby.

## 5 VÝBĚR A KATEGORIZACE METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY

Určení kategorií bude provedeno za základně prioritních faktorů. Dle [5] [12] existuje více faktorů (oblast zlepšení; ukazatel, který je zlepšován; složky nákladů, měřitelnost metody; a jiné). Většina těchto faktorů jsou však podskupinou faktoru **zákazník**, na kterého je zaměřena veškerá pozornost při zavádění metod štíhlé výroby. Prioritním faktorem pro účely této bakalářské práce byl tedy určen zákazník a jeho spokojenost.

### 5.1 Prioritní oblasti

Existuje řada oblastí ovlivňujících rozhodování zákazníka při výběru produktu, mezi které mimo jiné patří:

- výrobek (funkce, kvalita, design, šíře sortimentu, dostupnost),
- cena (úroveň, splatnost, platební podmínky, sleva za věrnost),
- služby (ochota, servis, přesnost, jednoduchost vyřízení, distribuční síť, záruční podmínky),
- image (pověst, jistota, stabilita).

Z těchto oblastí dle [4], a na základě vlastní zkušenosti autora s měřením spokojenosti zákazníka ve výrobním závodě, jsou vybrány tyto prioritní oblasti:

- **cena** produktu, resp. její úroveň,
- **kvalita** produktu (spolehlivost),
- **dostupnost** produktu (rychlost a přesnost dodání).

Z pohledu výrobní organizace pak tyto prioritní oblasti reprezentují následující obvyklé procesní stavy vhodné k aplikaci metod Lean:

- nízká výkonnost (efektivita) výrobního procesu projevující se neschopností dlouhodobě snižovat náklady a v důsledku ceny výrobků,
- vysoká variabilita výrobního procesu s dopadem na kvalitu dodávaných výrobků,
- dlouhá průběžná doba výroby projevující se neschopností dodávat produkty dle přání zákazníka.

## 5.2 Určení kategorií a přiřazení metod štlé výroby do kategorií

Na základě těchto faktorů byly navrženy následující kategorie:

- kategorie metody zlepšování výkonnosti (cena),
- kategorie metody zvyšování kvality,
- kategorie metody zlepšování dodací schopnosti (dostupnost).

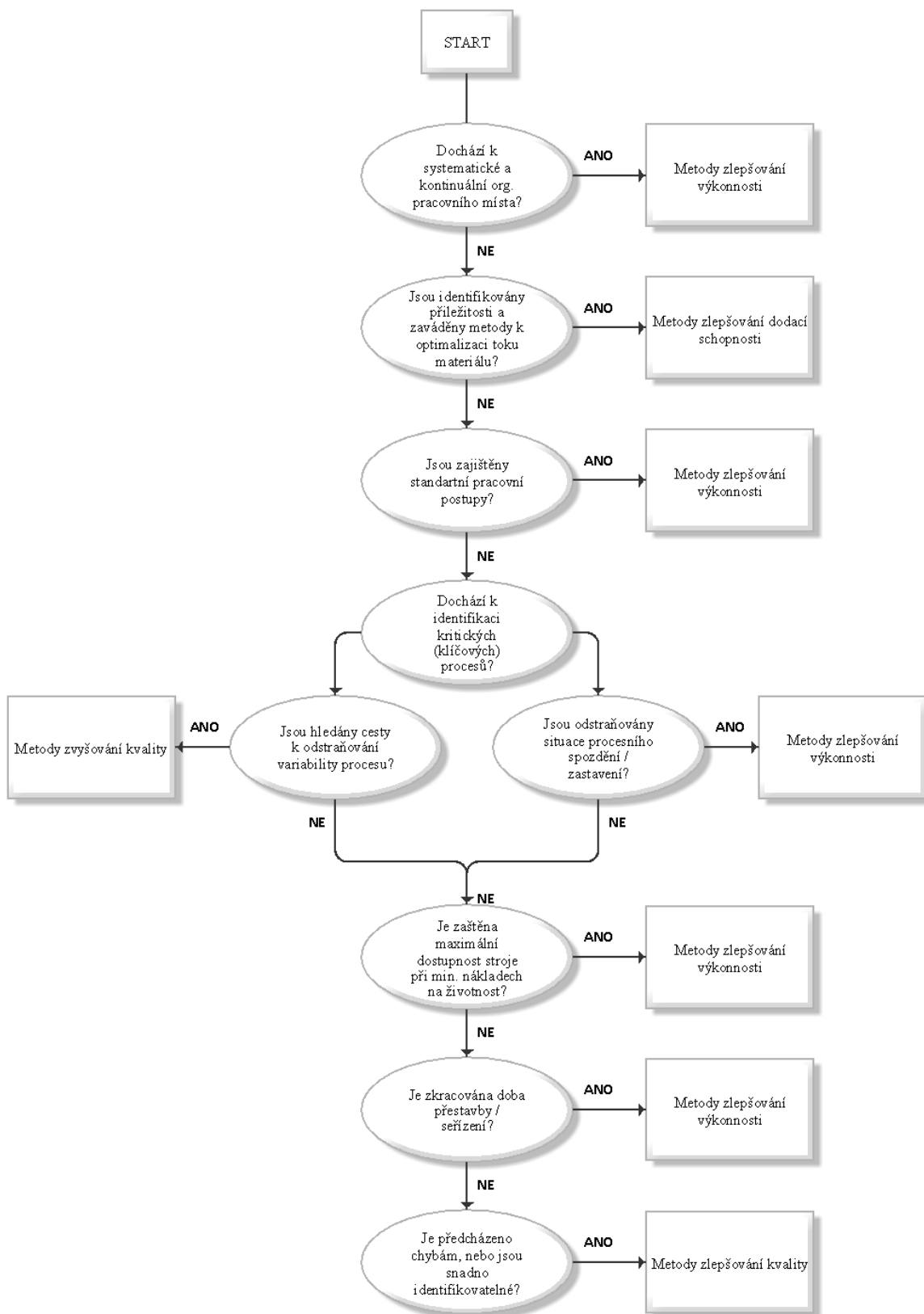
Kategorie metody pro zlepšení výkonnosti sdružuje takové metody, při jejichž efektivním použití dochází ke snížení výrobních nákladů, a tedy v důsledku možnosti snížení cen produktů. Do kategorie metody zvyšování kvality patří takové metody, které se zaměřují na snižování počtu neshod ve výrobním procesu a neshodných produktů dodaných zákazníkovi. Dále se zaměřují na zvyšování spolehlivosti, tedy doby bezporuchového provozu. Do kategorie metody zlepšování dodací schopnosti patří takové metody, při jejichž efektivním použití dochází ke zkracování času od objednání výrobku po jeho dodání – je zvyšována dostupnost produktu. Na základě použitých zdrojů [4] [10] [12] a osobních zkušeností se zaváděním metod štlé výroby byla definována výchozí sada metod. Jednotlivé metody a jejich charakteristiky jsou uvedeny v tabulce 3.

**Tabulka 3:** Metody a jejich charakteristiky

Metody	Charakteristika
5S	Systematická a kontinuální organizace pracovního místa.
Six Sigma	Hledání cest k odstraňování variability procesu.
Standart Work	Zajištění standardních pracovních postupů.
TPM, OEE	Zajištění maximální dostupnosti stroje při minimálních nákladech na životnost.
QCPC	Odstraňování situací procesního zpoždění / zastavení.
SMED (QCO)	Zkracování času přestavby / seřízení.
Six Sigma, Poka Yoke (Mistake Proofing)	Identifikace kritických (klíčových) procesů.
Poka Yoke (Mistake Proofing)	Předcházení chybám, popř. jejich snadná identifikace.
VSM, JIT	Identifikace příležitostí a zavádění metody k optimalizaci toku materiálu.

*Zdroj: upraveno podle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

Ke kategorizaci metod byl využit rozhodovací strom. Postup kategorizačního procesu je zobrazen na obrázku 19.



Obrázek 19: Rozhodovací strom

Zdroj: vlastní, použitý SW nástroj ARIS Express 2.4

V následujících bodech je popsán rozhodovací proces vedoucí k přiřazení kategorie příslušné metodě:

1. Prostřednictvím metod vedoucích k systematické a kontinuální organizaci pracovního místa k zajištění vysoké flexibility pracoviště co do objemu výroby a produktového mixu dochází ke snižování ploch potřebných pro výrobu a jejich efektivnímu využití. Prostřednictvím metod zavádějících standardní pracovní postupy dochází k vybalancování jednotlivých výrobní operací a ke standardizaci práce se zajištěním opakovatelnosti. Je tedy zkracován celkový čas potřebný na výrobu a snižována potřeba lidských zdrojů na výkon stejného objemu práce. Prostřednictvím metod vedoucích k zajištění maximální dostupnosti stroje při minimálních nákladech na životnost a metod vedoucích ke zkracování času přestavby / seřízení dochází k předcházení stavům, kdy je stroj využíván na menší než maximální kapacitu. S využitím metod zajišťujících identifikaci a odstraňování situací procesního zpoždění / zastavení je zkracován celkový čas potřebný na výrobu. Společnými atributy těchto metod je tedy zkracování celkového času, snižování prostoru potřebného na výrobu, snižování potřeby lidských zdrojů a efektivnímu využití výrobních prostředků. Dochází ke snižování výrobních nákladů prostřednictvím **zvýšení výkonu výrobního procesu**.
2. Prostřednictvím metod zajišťujících identifikaci kritických (klíčových) procesů, hledání cest k odstraňování variability těchto procesů, předcházení chybám, příp. snadné odhalení chyb dochází k systematickému **zvyšování kvality** a spolehlivosti výrobku.
3. Zlepšovací procesy, kdy je od zákazníka systematicky získáváno kvalitativní hodnocení výkonnosti a dochází k identifikování příležitostí a zavádění metod k optimalizaci toku materiálu, zajišťují systematické zkracování doby potřebné od objednání k **dodání** výrobku zákazníkovi.

Výstup kategorizace metod štihlé výroby je zobrazen v tabulce 4.

**Tabulka 4:** Kategorizace

<b>Metody pro zlepšení dodací schopnosti</b>	<b>Metody pro zlepšení výkonnosti</b>	<b>Metody pro zvýšení kvality</b>
JIT Material Flow	5S	Six Sigma
Value Stream Mapping	Standard Work	Mistake proofing
	Total Productive Maintenance (TPM)	
	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	
	QCO (SMED)	
	Quality Control Process Charts (QCPC)	

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Excel 2010*

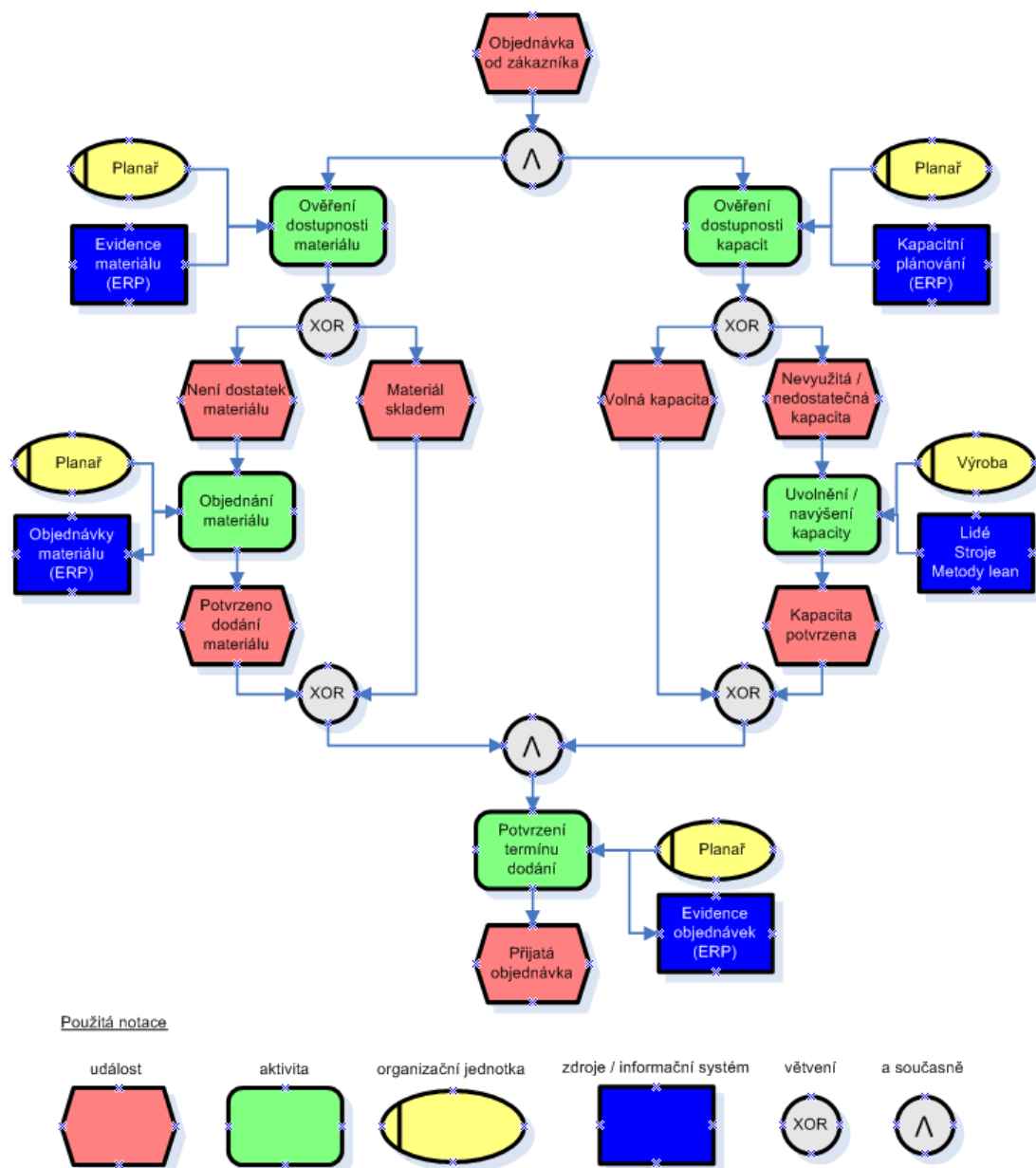
### 5.3 Shrnutí

V kapitole 5 byl nejprve určen zákazník jako klíčový faktor pro kategorizaci metod štihlé výroby. Mezi prioritní oblasti rozhodovacího procesu zákazníka při výběru produktu byly dle [4], a na základě zkušeností autora, vybrány cena, kvalita a dostupnost produktu. Na základě těchto oblastí byly definovány kategorie: 1. kategorie metody zlepšování výkonnosti (cena), 2. kategorie metody zvyšování kvality, 3. kategorie metody zlepšování dodací schopnosti (dostupnost). K přiřazení těchto metod do příslušných kategorií byl na základě jejich charakteristik využit jednoduchý rozhodovací strom.

## 6 VÝBĚR OBLASTI ZLEPŠENÍ

V předchozí kapitole byly za klíčové faktory při rozhodování zákazníka určeny cena, dostupnost a kvalita. Je však nutné dodat, že dnešní zákazník je náročný a očekává splnění těchto parametrů, tedy nízkou cenu, krátkou dodací lhůtu a vysokou kvalitu pro celé portfolio nabízených výrobků. To však v důsledku pro výrobce znamená nutnost zajištění vysoké flexibility výrobního procesu. Se zvyšující se flexibilitou rostou i nároky na připravenost, tedy maximální dostupnost zdrojů (materiál, lidé stroje) [4].

Na obrázku 20 je zachycen proces přijetí objednávky zákazníka pomocí EPC diagramu.

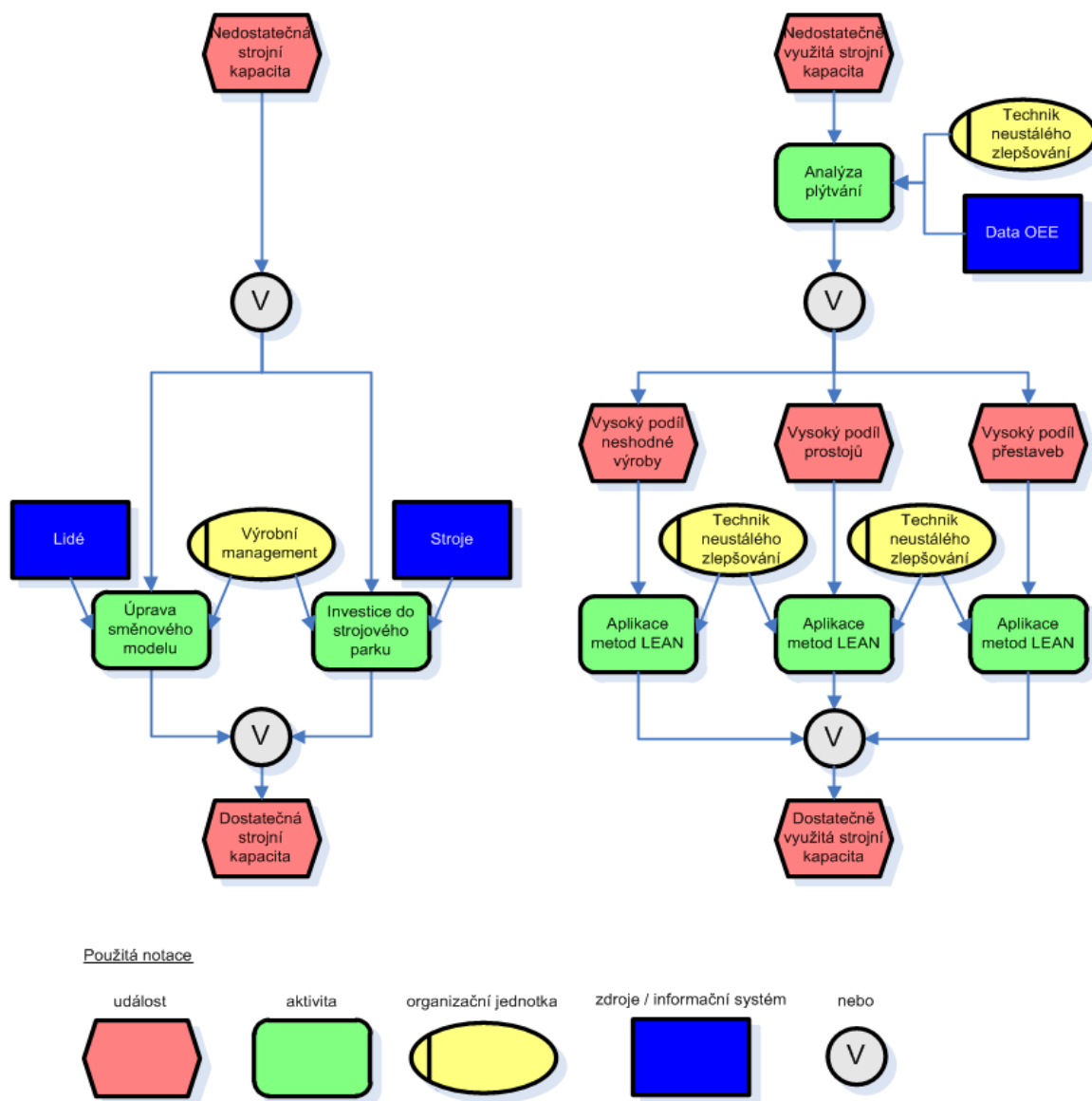


Obrázek 20: EPC diagram přijetí objednávky

Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Visio Premium 2010



Speciálně v případě strojových kapacit výrobní závody hledají způsoby, jakými zajistit jejich maximální využití prioritně bez nutnosti navyšování. Na obrázku 21 je zobrazen proces navýšení a proces uvolnění kapacity stroje pomocí EPC diagramu.



**Obrázek 21:** EPC diagramy navýšení / uvolnění kapacity stroje

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Visio Premium 2010*

Nedostatečná strojní kapacita představuje stav, kdy za podmínky maximálního využití stroje není možné uspokojit požadavek zákazníka. Při maximálním využití stroje již není efektivní aplikace metod Lean. V takové situaci je výrobní management nucen navýšit strojní kapacity změnou směnového modelu a/nebo investicí do dalšího strojního zařízení.

Druhým stavem je nedostatečné využití současné kapacity. V bakalářské práci bude nadále věnována pozornost procesu uvolnění kapacity stroje za pomoci metod štíhlé výroby. Tento proces bude nyní stručně popsán. Na základě analýzy plýtvání, kterou zpravidla provádí speciálně vyškolený odborník, mohou být identifikovány následující stavy:

1. Vysoký podíl neshodné výroby.
2. Vysoký podíl prostojů.
3. Vysoký podíl přestaveb.

Stavy 1-3, které mohou nastat samostatně či v libovolné kombinaci současně, je vhodné použití metod Lean. K tomu, aby mohla být určena výchozí metoda štíhlé výroby, popř. sada metod je nejprve nutné analyzovat podíl výše uvedených stavů plýtvání na celkovém dostupném času stroje. Analýza plýtvání je pro případ využití stroje prováděna prostřednictvím analytické metody OEE. Vstupem do této analýzy budou data o stavech stroje získaná ve výrobním procesu. Návrh těchto datových struktur bude věnována následující kapitola.

## 7 NÁVRH DATOVÉHO MODELU

V další části bakalářské práce bude navržen datový model s pomocí konceptu tří architektur. Datové modelování bude provedeno s využitím informací a dat získaných ve výrobním závodě Tyco Electronics Trutnov, s.r.o. Společnost je součástí americké společnosti TE Connectivity Ltd., která vznikla po reorganizaci z původního koncernu a jako nová společnost vstoupila na newyorskou burzu 11. 7. 2007. Navazuje na šedesátiletou tradici konstrukce a výroby elektronických prvků pro tisíce zákazníků z celého světa. Společnost nabízí více než 500.000 druhů výrobků od komponent až po komplexní systémy pro automobilní, letecký, vojenský, zdravotnický průmysl, pro telekomunikace, energetiku, výpočetní techniku, spotřební elektroniku a podobně, a řadí se tak k nejvýznamnějším subdodavatelům elektronických prvků na světě [13].

### 7.1 Konceptuální úroveň

K provedení analýzy OEE je nutné získat reprezentativní vzorek dat z procesu výroby stroje obsahujících následující informace v časové podobě: prostoje, najetí, zmetková výroba, snížená rychlost, skutečný výrobní čas a celkový dostupný čas. Vymezeným prostorem problému je ve zvoleném případě výrobní proces náhodného stroje. Pro účely této práce byl vybrán extruzní<sup>2</sup> stroj s označením X-31. Na základě pozorování a konzultace s odborným personálem byl nejprve zmapován proces výroby pomocí EPC diagramu. Součástí diagramu jsou dostupné stavy, činnosti, zdroje a především návrh datových výstupů (zdroje OEE). Popis modelové situace:

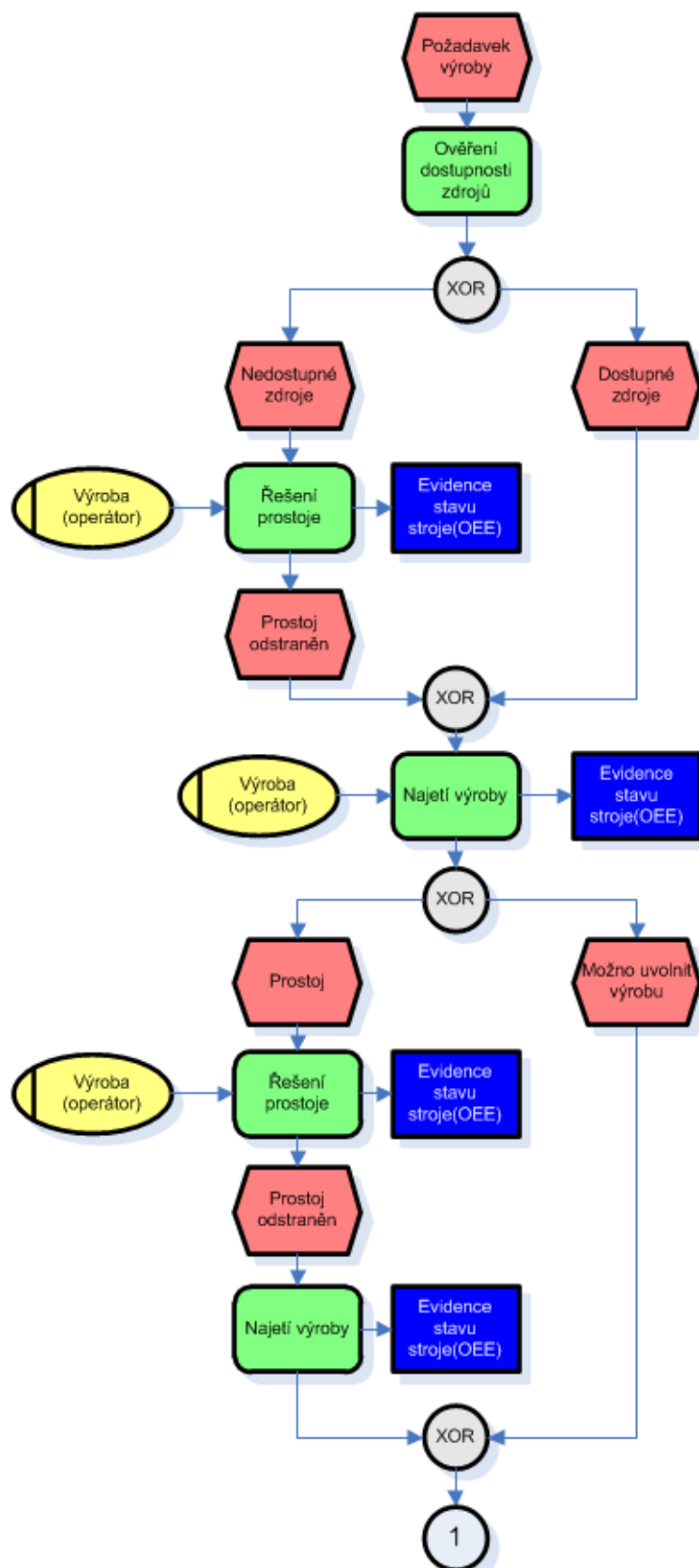
1. Pracovník nastupuje na směnu, stroj nevyrábí.
  - 2a. V případě, že nemůže zahájit výrobu (např. nejsou-li dostupné další zdroje), řeší prostoj.
  - 2b. V momentě dostupnosti všech zdrojů najíždí výrobu. Množství, které stroj vyrobí, je v tento moment neshodná výroba.
- 3a. Pokud není možné uvolnit výrobu, stroj je zastaven, řeší se prostoj (např. vadný materiál), najíždí se výroba.
- 3b. Je-li najetý materiál shodný se specifikací danou výkresem, je výroba uvolněna.

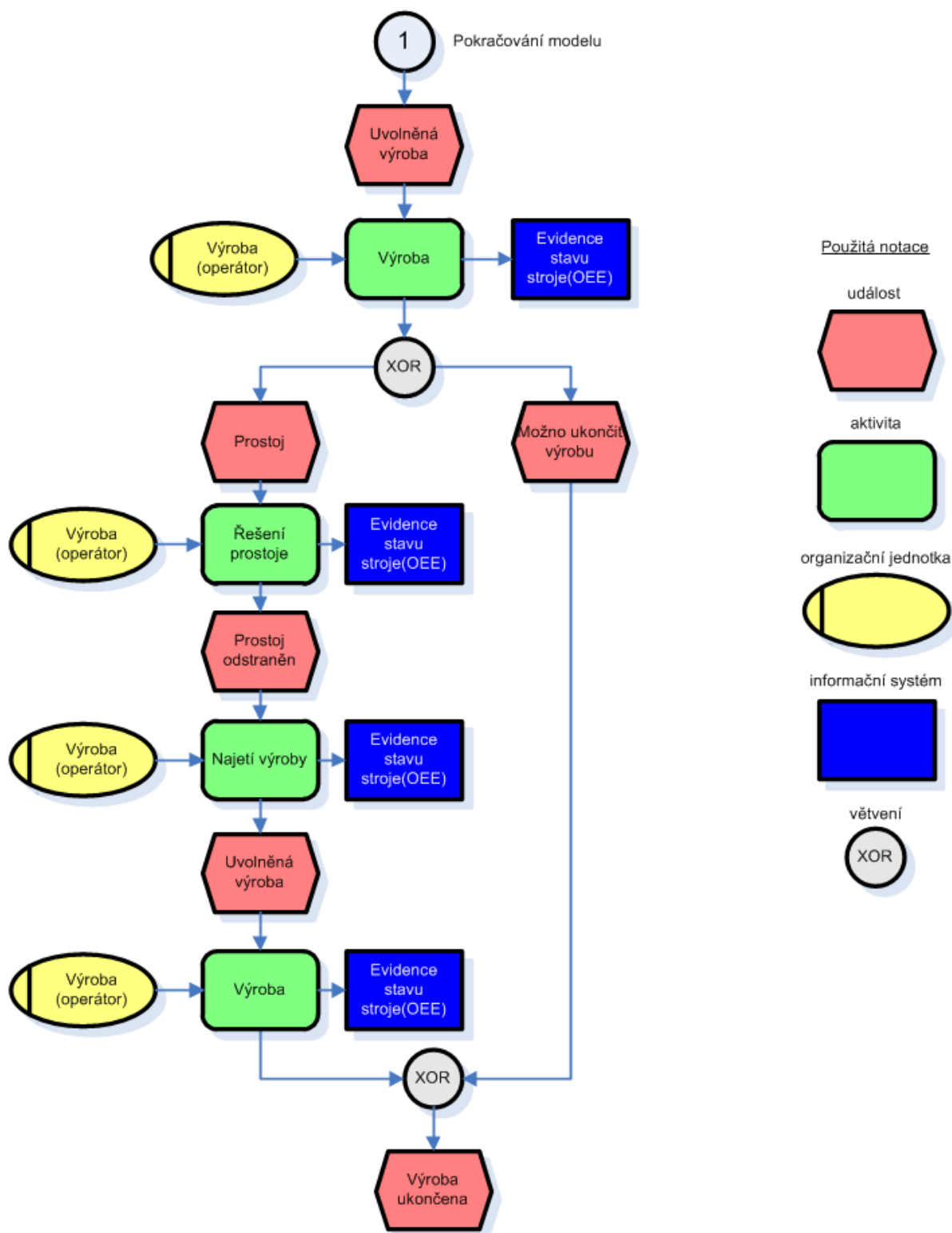
---

<sup>2</sup> **Extruze** kabelu - výrobní proces, při kterém je na vodič (drát vyrobený z mědi) při vysoké teplotě a tlaku nanášen roztavený plast. Ten výsledně tvoří izolaci jádra (vodiče) [8].

4a. V průběhu výroby dochází k zastavení stroje z mnoha příčin. Jakmile je prostoj vyřešen, najíždí výroba, uvolňuje se do režimu výroby.

4b. Jakmile se vyrobí požadované množství, je výroba ukončena.





**Obrázek 22:** Výroba na X-30 pomocí EPC

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Visio Premium 2010*

Na základě tohoto modelu bylo provedeno detailní snímkování procesu výroby. Probíhalo po dobu jednoho týdne, kdy byly zaznamenávány všechny stavy stroje X\_31. Záznamy

prováděli celkem čtyři operátoři pracující v nepřetržitém provozu. Za tuto dobu bylo zpracováno 7 výrobních zakázek vystavených na 4 produkty. Operátoři zaznamenávali následující data pro každý stav stroje: Datum a čas, číslo zakázky, ID produktu, stav stroje, počet dobrých metrů a zmetků a příčinu prostoje, pokud nastal.

Dle požadavků OEE, s využitím modelu výroby a na základě informací získaných ze snímkování byl sestaven hrubý koncept budoucí databáze – relační databáze obsahující záznamy o každém stavu stroje. Jednotlivé záznamy budou obsahovat následující informace: datum, ID stroje, číslo zakázky, ID produktu (PN), počáteční čas, konečný čas, čas stavu, druh stavu, dobré metry, zmetky v metrech, osobní číslo operátora, příčina nevýrobního stavu, specifikace Min, zmetky Min. Na podkladě konceptu databáze byly navrženy tyto entity, atributy a klíče:

**Tabulka 5:** Entity, atributy a klíče

Entita		Atributy (PK – primární klíč)
1	Stavy stroje	ID záznamu (PK), datum, stroj, číslo zakázky, PN, počáteční čas, konečný čas, čas stavu, ID kategorie stavů, dobré metry, zmetky v metrech, ID operátora, ID nevýrobního stavu, specifikace Min, zmetky Min
2	Nevýrobní stavy	ID stavu (PK), ID kategorie stavů, důvod
3	Kategorie stavů	ID kategorie (PK), stav stroje
4	Specifikace	PN (PK), specifikace M/Min
5	Operátoři	Osobní číslo (PK), jméno, příjmení, oddělení, přiřazen na stroji

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Excel 2010*

Objekt „stroj“ je v našem případě jedinečný, nebude tedy vystupovat jako samostatná entita. To platí i o objektu „výrobní zakázka“, která slouží pouze jako referenční údaj pro případ propojení budoucí databáze s plánovacím modulem ERP.

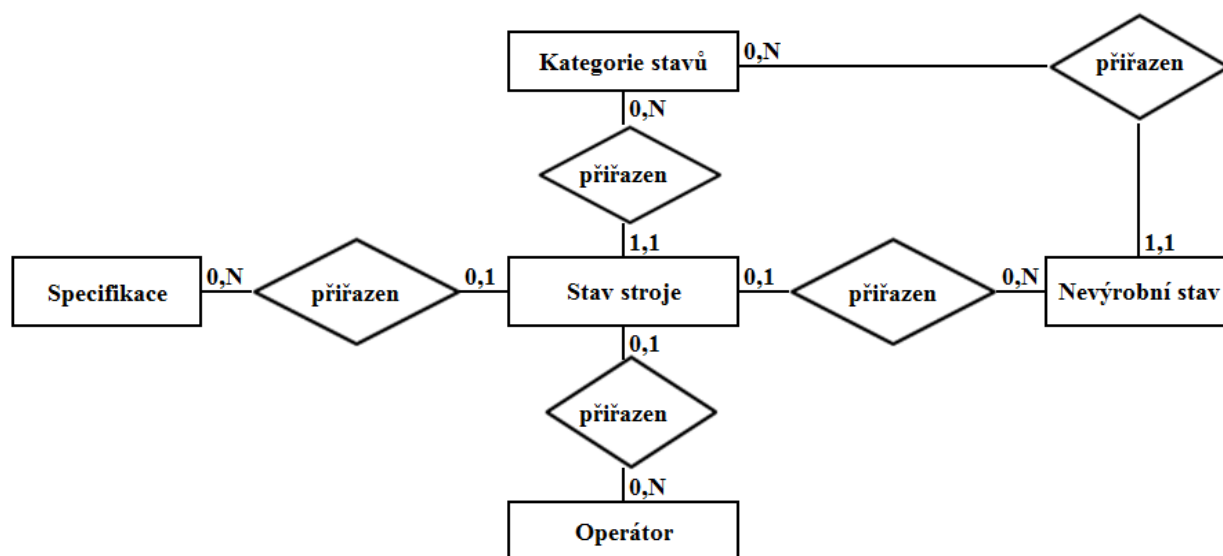
Dále, jak je uvedeno v tabulce 6, byly na základě pozorování definovány vztahy mezi entitami a jejich integritní omezení.

**Tabulka 6:** Vztahy a integritní omezení

Vztah	Integritní omezení
Stav stroje vs. nevýrobní stavy 0,1 - 0,N	Stav stroje určený ID nemusí mít přiřazen žádný nevýrobní stav, nebo může mít přiřazen právě jeden nevýrobní stav. Nevýrobní stav určený ID stavu nemusí být přiřazen stavu stroje, nebo je přiřazen více stavům.
Stav stroje vs. specifikace 0,1 - 0,N	Stav stroje určený ID nemusí mít přiřazenu specifikaci, nebo může mít přiřazenu právě jednu specifikaci. Specifikace určená PN nemusí být přiřazena stavu stroje, nebo je přiřazena více stavům.
Stav stroje vs. operátor 0,1 - 0,N	Stav stroje určený ID nemusí mít přiřazenu specifikaci, nebo může mít přiřazenu právě jednu specifikaci. Operátor určený osobním číslem nemusí být přiřazen stavu stroje, nebo je přiřazen více stavům.
Stav stroje vs. kategorie stavů 1,1 - 0,N	Stav stroje určený ID musí mít přiřazenu právě jednu kategorii stavů. Kategorie stavů určená ID kategorie nemusí být přiřazena stavu stroje, nebo je přiřazena více stavům.
Nevýrobní stavy vs. kategorie stavů 1,1 - 0,N	Nevýrobní stav určený ID musí mít přiřazenu právě jednu kategorii stavů. Kategorie stavů určená ID kategorie nemusí být přiřazena nevýrobnímu stavu, nebo je přiřazena více nevýrobním stavům.

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Excel 2010*

Posledním krokem a zároveň výstupem konceptuální úrovně je grafické vyjádření formou ER diagramu, jak je znázorněno na obrázku 23.

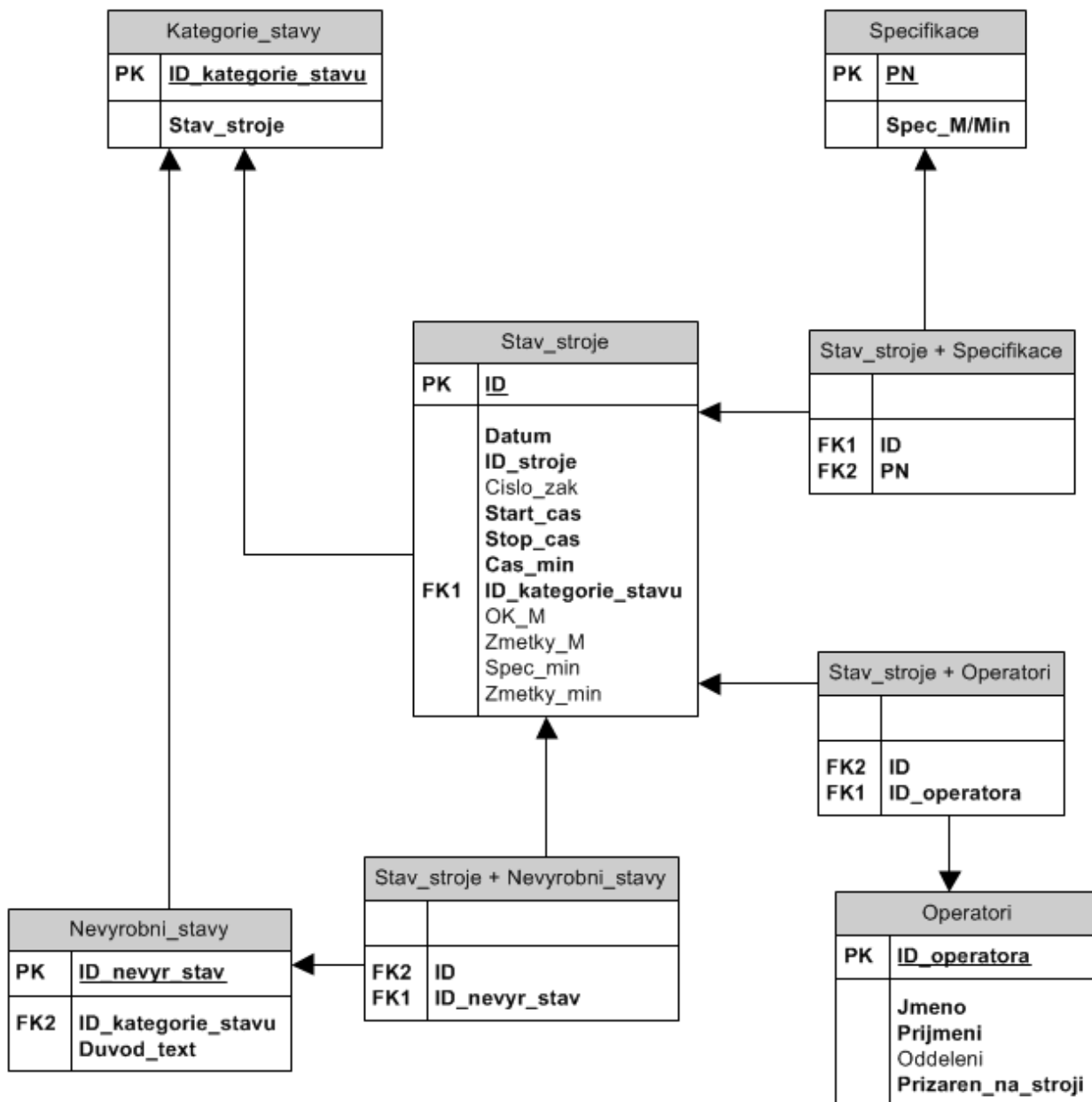


**Obrázek 23:** ER diagram

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Excel 2010*

## 7.2 Technologická úroveň

Vytvořený ER diagram bude nyní transformován do relačního modelu dat (RMD).



**Obrázek 24:** Transformace do RMD

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Visio Premium 2010*

V prostředí implementace budou vazební relace „Stav\_stroje + Nevyrobni\_stavy“, Stav\_stroje + Operatori“, „Stav\_stroje + Specifikace“ nahrazeny prázdnou hodnotou atributu. Důvodem je úspora vazby a snížení rozsáhlosti databáze.



### 7.3 Implementační úroveň

Zpracovaný RMD model bude převeden na softwarovou platformu, v tomto případě do relačního databázového systému MS Access 2010. Databáze je uložena do souboru „OEE.accdb“ a tvoří přílohu bakalářské práce (CD-ROM).

Obsahuje 5 tabulek:

1. Operatori – slouží k evidenci zaměstnanců s oprávněním obsluhovat určitý stroj. Obsahuje tyto atributy a jejich vlastnosti:
  - ID\_operatora – typ číslo, varianta dlouhé celé číslo, povinný údaj, primární klíč,
  - Jmeno – typ text, max. 30 znaků, povinný údaj,
  - Prijmeni – typ text, max. 30 znaků, povinný údaj,
  - Oddeleni – typ text, max. 30 znaků, nepovinný údaj,
  - Prirazen\_na stroji – typ text, max. 30 znaků, povinný údaj.
2. Specifikace – tvoří seznam všech specifikací a rychlostí zpracování v metrech za minutu. Obsahuje tyto atributy a jejich vlastnosti:
  - PN – typ text, max. 30 znaků, povinný údaj, primární klíč,
  - Spec\_M/Min – typ číslo, typ číslo, varianta celé číslo, povinný údaj.
3. Kategorie\_stavy – kde je uvedeno základní členění kategorií stavů. Obsahuje tyto atributy a jejich vlastnosti:
  - ID\_kategorie\_stavu – typ automatické číslo, varianta dlouhé celé číslo, povinný údaj, primární klíč,
  - Stav\_Stroje – typ text, max. 30 znaků, povinný údaj.
4. Nevyrobni\_stavy – tvoří seznam příčin všech nevýrobních stavů. Obsahuje tyto atributy a jejich vlastnosti:
  - ID\_nevyr\_stav – typ číslo, varianta celé číslo, povinný údaj, primární klíč,
  - ID\_kategorie\_stavu – typ číslo, varianta celé číslo, povinný údaj,
  - Duvod\_text – typ text, max. 100 znaků, povinný údaj.

5. Stav\_stroje – kde je evidován každý nový stav stroje. Obsahuje tyto atributy a jejich vlastnosti:

- ID – typ číslo, varianta dlouhé celé číslo, povinný údaj, primární klíč,
- Datum, Start\_cas, Stop\_cas – typ datum a čas, povinný údaj
- ID\_stroje – typ text, max. 100 znaků, povinný údaj,
- PN – typ text, max. 30 znaků, nepovinný údaj,
- Cas\_min, ID\_kategorie\_stavu – typ číslo, varianta celé číslo, povinný údaj,
- Cisko\_zak – typ číslo, varianta jednoduchá přesnost, nepovinný údaj,
- OK\_M, Zmetky\_M, ID\_operatora – typ číslo, varianta dlouhé celé číslo, nepovinný údaj,
- ID\_nevyr\_stav, Spec\_min, Zmetky\_min – typ číslo, varianta celé číslo, nepovinný údaj.

Ukázku ze zpracované databáze lze vidět na obrázku 25 (návrhové zobrazení) a obrázku 26 (datový list) tabulky „Stav\_stroje“.

Název pole	Datový typ
ID	Číslo
Datum	Datum a čas
ID_stroje	Text
Cisko_zak	Číslo
PN	Text
Start_cas	Datum a čas
Stop_cas	Datum a čas
Cas_min	Číslo
ID_kategorie_stavu	Číslo
OK_M	Číslo
Zmetky_M	Číslo
ID_operatora	Číslo
ID_nevyr_stav	Číslo
Spec_min	Číslo
Zmetky_min	Číslo

**Obrázek 25:** Návrhové zobrazení

*Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Access 2010*

ID	Datum	ID_stroje	Start_cas	Stop_cas	Cas_min	ID_kategorie_stav	Cislo_zak	PN	OK_M	Zmetky_M	ID_operator
1	29.9.2012	Expander_X31	6:00:00	6:00:00	1440,00	3					
2	30.9.2012	Expander_X31	6:00:00	6:00:00	1440,00	3					
3	1.10.2012	Expander_X31	6:00:00	8:10:00	130,00	2	200206263432	RBK-ILS-125-NR1-0-EXT		4701	13850
4	1.10.2012	Expander_X31	8:10:00	15:25:00	435,00	4	200206263432	RBK-ILS-125-NR1-0-EXT	50225		13850
5	1.10.2012	Expander_X31	15:25:00	18:00:00	155,00	2	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT			13850
6	1.10.2012	Expander_X31	18:00:00	19:20:00	80,00	2	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT			12937
7	1.10.2012	Expander_X31	19:20:00	20:00:00	40,00	2	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT		4785	12937
8	1.10.2012	Expander_X31	20:00:00	0:55:00	295,00	4	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT	36948		12937
9	2.10.2012	Expander_X31	0:55:00	5:50:00	295,00	4	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT	36948		12937
10	2.10.2012	Expander_X31	5:50:00	6:00:00	10,00	4	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT	1250		12937
11	2.10.2012	Expander_X31	6:00:00	7:50:00	110,00	4	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT	13950		13850
12	2.10.2012	Expander_X31	7:50:00	8:50:00	60,00	2	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT		4572	13850
13	2.10.2012	Expander_X31	8:50:00	12:50:00	240,00	4	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT	29346		13850
14	2.10.2012	Expander_X31	12:50:00	16:50:00	240,00	4	200206234334	DWTC-NR600-0-EXT	29347		13850
15	2.10.2012	Expander_X31	16:50:00	18:00:00	70,00	2	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT			13850
16	2.10.2012	Expander_X31	18:00:00	20:40:00	160,00	2	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT			12937
17	2.10.2012	Expander_X31	20:40:00	21:20:00	40,00	2	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT		4073	12937
18	2.10.2012	Expander_X31	21:20:00	2:45:00	325,00	4	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT	41896		12937
19	3.10.2012	Expander_X31	2:45:00	6:00:00	195,00	4	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT	25000		12937
20	3.10.2012	Expander_X31	6:00:00	8:10:00	130,00	4	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT	16895		13049
21	3.10.2012	Expander_X31	8:10:00	9:30:00	80,00	4	200206263531	RBK-VWS-125-NR2-X-EXT	10000		13049
22	3.10.2012	Expander_X31	9:30:00	11:50:00	140,00	2	200206263534	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT		9380	13049
23	3.10.2012	Expander_X31	11:50:00	16:00:00	250,00	4	200206263534	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	40050		13049
24	3.10.2012	Expander_X31	16:00:00	18:00:00	120,00	4	200206263534	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	19050		13049
25	3.10.2012	Expander_X31	18:00:00	20:10:00	130,00	4	200206263534	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	21000		13124
26	3.10.2012	Expander_X31	20:10:00	0:20:00	250,00	4	200206263534	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	40050		13124
27	4.10.2012	Expander_X31	0:20:00	4:30:00	250,00	4	200206263534	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	40050		13124
28	4.10.2012	Expander_X31	4:30:00	6:00:00	90,00	4	200206217846	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	14300		13124
29	4.10.2012	Expander_X31	6:00:00	9:00:00	180,00	4	200206217846	RBK-VWS-125-NR1-X-EXT	28485		13049

Obrázek 26: Datový list

Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Access 2010

## 7.4 Zpracování dat metodou OEE

Takto zpracovaná databáze bude poskytovat datový zdroj pro metodu OEE. K aplikačnímu zpracování bylo využito sw řešení firmy Tyco Electronics. Níže je uveden postup zpracování:

1. Export dat do souboru MS Office Excel 2010,

ID	Datum	ID_stroje	Start_cas	Stop_cas	Cas_min	ID_kategorie_stavu	Cislo_zak
1	29.9.2012	Expander_X31	0,25	0,25	1440,00	3	
2	30.9.2012	Expander_X31	0,25	0,25	1440,00	3	
3	1.10.2012	Expander_X31	0,25	0,340277778	130,00	2	200206263432
4	1.10.2012	Expander_X31	0,340277778	0,642361111	435,00	4	200206263432
5	1.10.2012	Expander_X31	0,642361111	0,75	155,00	2	200206234334
6	1.10.2012	Expander_X31	0,75	0,805555556	80,00	2	200206234334
7	1.10.2012	Expander_X31	0,805555556	0,833333333	40,00	2	200206234334
8	1.10.2012	Expander_X31	0,833333333	0,038194444	295,00	4	200206234334
9	2.10.2012	Expander_X31	0,038194444	0,243055556	295,00	4	200206234334
10	2.10.2012	Expander_X31	0,243055556	0,25	10,00	4	200206234334
11	2.10.2012	Expander_X31	0,25	0,326388889	110,00	4	200206234334
12	2.10.2012	Expander_X31	0,326388889	0,368055556	60,00	2	200206234334
13	2.10.2012	Expander_X31	0,368055556	0,534722222	240,00	4	200206234334
14	2.10.2012	Expander_X31	0,534722222	0,701388889	240,00	4	200206234334
15	2.10.2012	Expander_X31	0,701388889	0,75	70,00	2	200206263531
16	2.10.2012	Expander_X31	0,75	0,861111111	160,00	2	200206263531

Obrázek 27: Export do Excelu

Zdroj: vlastní, použitý SW MS Office Excel 2010

2. Součty času za jednotlivé kategorie:

- nedostupný čas,
- prostoje,
- najetí,
- zmetková výroba,
- teoretická doba výroby.

3. Analýza OEE v datové šabloně Tyco Electronics.

<b>OEE Expanze_X30</b>	Od kdy: 29.9.2012	6:00
	Do kdy: 6.10.2012	6:00

	Čas (min)
Celkový čas (24hod x 7 dni):	10080
Nedostupný čas:	3007
Prostoj:	185
Najeti:	1155
Zmetková výroba:	324
Čistý výrobní čas:	5733
Teoretická výroba (dle specifikace):	5677

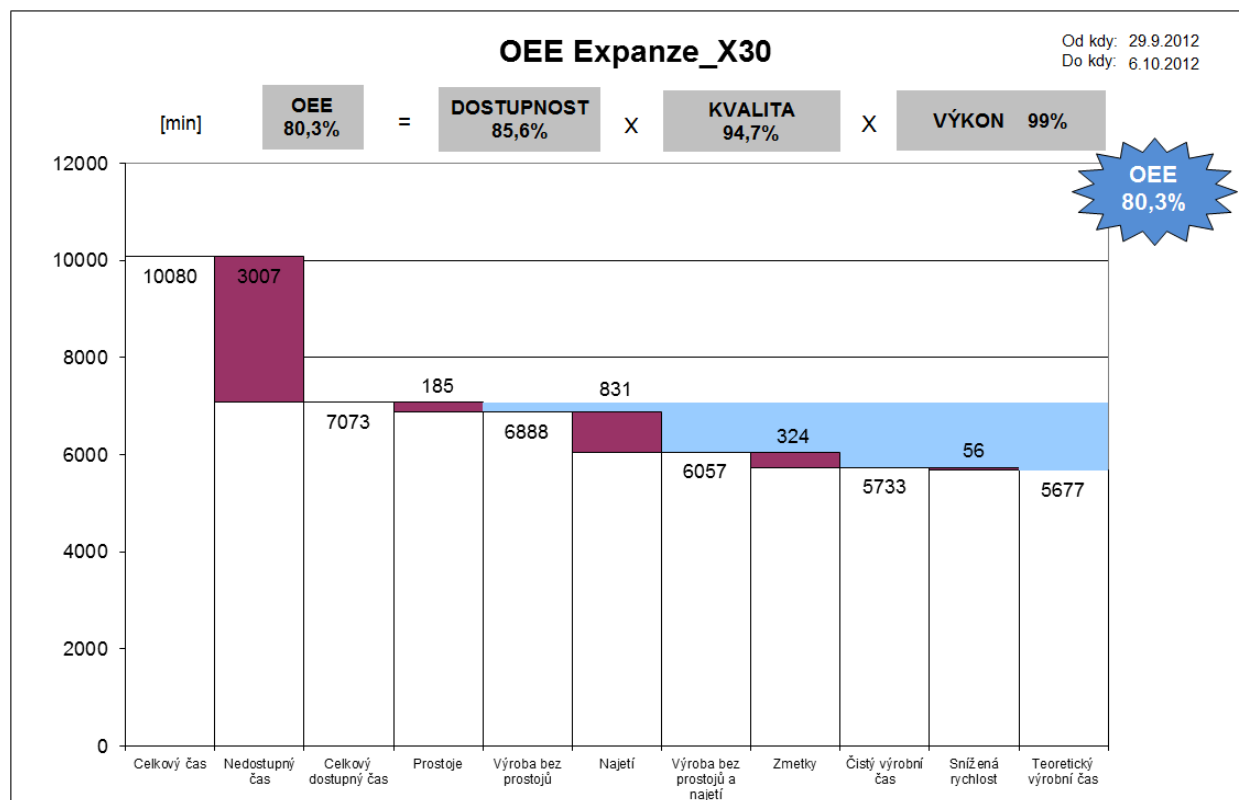
Data pro graf OEE			
Celkový čas	10080		
Nedostupný čas	7073	3007	
Celkový dostupný čas	7073		
Prostoj	6888	185	
Výroba bez prostojů	6888		185
Najeti	6057	831	185
Výroba bez prostojů a najeti	6057		1016
Zmetky	5733	324	1016
Čistý výrobní čas	5733		1340
Snižená rychlost	5677	56	1340
Teoretický výrobní čas	5677		1396
<b>OEE 80,3%</b> DOSTUPNOST 85,6% VÝKON 99% KVALITA 94,7%			

Podíl plýtvání na dostupném čase	
3%	Prostoj
12%	Najeti
5%	Zmetky
1%	Snižená rychlost

**Obrázek 28:** Analýza OEE

*Zdroj: upraveno dle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

4. Grafický výstup – ke zpracování byla použita speciální šablona Tyco Electronics.



**Obrázek 29:** Graf OEE

*Zdroj: upraveno dle [12], použitý SW MS Office Excel 2010*

Z výstupu analýzy OEE je patrné, že největší ztráty jsou v oblasti dostupnosti (85,6%). Zatímco prostoje tvoří pouze 3%, přestavby stroje reeprezentují 12% z celkového dostupného času stroje X-31. Návrhem metody štíhlé výroby pro odstranění plýtvání bude v tomto případě použití SMED (QCO), která se zabývá zkracováním doby přestavby (seřizení).

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zaměřit se na postupy procesního zlepšování ve výrobních organizacích v rámci přístupu tzv. štíhlé výroby, se zahrnutím kategorizace metod štíhlé výroby a charakteristiky metod k vybraným procesním stavům. Výstupem měl být návrh datových zdrojů (modelů) pro uplatnění těchto postupů.

Bakalářská práce se zprvu věnuje pohnutkám ke zvyšování výkonu ve výrobní organizaci včetně charakteristiky procesního přístupu. V další kapitole je vymezen pojem štíhlé výroby, jedné z komponent štíhlého podniku, stručně charakterizováno osm druhů plýtvání a následuje charakteristika základních metod Lean. Další kapitola pojednává o třech úrovních datového modelování reprezentujících strukturovaných přístup k tvorbě informačního systému. Stručně jsou popsány základní komponenty relačního databázového systému MS Access.

V další části je nejprve navrhnout postup zpracování. V následující kapitole byl proveden výběr a kategorizace deseti metod štíhlé výroby dle prioritního faktoru zákazník. V rámci kategorizace jsou tyto objektivní metody mapovány k třem vybraným procesním stavům. Následuje výběr oblasti zlepšení, kterou je nedostatečné využití strojní kapacity v rámci zvyšování výkonu výrobního procesu.

V závěrečné kapitole je zpracován návrh datového modelu s využitím informací z reálného prostředí výrobního podniku Tyco Electronics, s.r.o. Na základě návrhu je vytvořena databáze v prostředí relačního databázového systému MS Access. Data jsou analyzována metodou OEE, s jejíž pomocí byl identifikován největší podíl ztrát efektivity sledovaného zařízení a následně navržena metoda QCO.

Cíl bakalářské práce byl splněn.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BORDÁS, Robert. Co je to LEAN?. *LEAN company* [online]. ©2006 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://Leancompany.cz/cojetoLean.html>.
- [2] GÁLA, L., J. POUR a Z. ŠEDIVÁ. *Podniková informatika. 2., přeprac. a aktualiz. vyd.* Praha: Grada, 2009, 496 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.
- [3] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba.* Vyd. 1. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-716-9394-4.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik.* 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [5] LÉVAY, Radek. Co je to Six Sigma?. *Ikvalita.cz* [online]. ©2005-2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=56>.
- [6] MANAGEMENT MANIA. Value Stream Mapping (VSM). *ManagementMania.com* [online]. ©2011-2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/value-stream-mapping>.
- [7] MICROSOFT CORPORATION. Datové typy polí v aplikaci Microsoft Access (MDB). *Office.com* [online]. ©2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://office.microsoft.com/cs-cz/access-help/datove-typy-poli-v-aplikaci-microsoft-access-mdb-HP005238518.aspx?CTT=1>.
- [8] SCHENK, Ferdinand. Jak se dělá kabel. *Odborné časopisy* [online]. ©2011-2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=44238](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=44238).
- [9] STŘELEČEK, Jiří. DMAIC metoda. *Vlastnicesta.cz* [online]. ©2006-2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://office.microsoft.com/cs-cz/access-help/datove-typy-poli-v-aplikaci-microsoft-access-mdb-HP005238518.aspx?CTT=1>.
- [10] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů.* 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [11] ŠIMONOVÁ, Stanislava a Jan PANUŠ. *Databázové systémy I: pro kombinovanou formu studia.* Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007, 106 s. ISBN 978-80-7194-988-6.

- [12] TE CONNECTIVITY. *Interní dokumentace: Metody štihlé výroby*. [s.l.]: TE Connectivity, ©2013.
- [13] TÝM TE CONNECTIVITY TRUTNOV. O nás. *Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o.* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.tycoelectronics-trutnov.cz/cz/uvod.html>.
- [14] VOLKO, Vladimír. Co je to: "JIT"? *VOLKO* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-just-in-time>.
- [15] VOLKO, Vladimír. Co je to: "OEE"? *VOLKO* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-oee>.
- [16] VOLKO, Vladimír. Co je to: "Poka-Yoke"? *VOLKO* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-poka-yoke>.
- [17] VOLKO, Vladimír. Co je to: "SMED"? *VOLKO* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-smed>.
- [18] VOLKO, Vladimír. Co je to: "TPM"? *VOLKO* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-tpm>.
- [19] VÝVOJOVÝ TÝM VYDAVATELSTVÍ PRODUCTIVITY PRESS. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1. vyd. Brno: SC, c2009, x, 105 s. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.